Analyse économique

Documents de recherche

Qu'est-il advenu de la croissance économique et de la productivité au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information?

par Tarek M. Harchaoui et Faouzi Tarkhani

N° 025

Statistics Canada Statistique Canada

Canada

SÉRIE DE DOCUMENTS DE RECHERCHE SUR L'ANALYSE ÉCONOMIQUE

La série de documents de recherche sur l'analyse économique permet de faire connaître les travaux de recherche effectués par le personnel du secteur des études analytiques et des comptes nationaux, les boursiers invités et les universitaires associés. La série de documents de recherche a pour but de favoriser la discussion sur un éventail de sujets tels que les répercussions de la nouvelle économie, les questions de productivité, la rentabilité des entreprises, l'utilisation de la technologie, l'incidence du financement sur la croissance des entreprises, les fonctions de dépréciation, l'utilisation de comptes satellites, les taux d'épargne, le crédit-bail, la dynamique des entreprises, les estimations hédoniques, les tendances en matière de diversification et en matière d'investissements, les différences liées au rendement des petites et des grandes entreprises ou des entreprises nationales et multinationales ainsi que les estimations relatives à la parité du pouvoir d'achat. Les lecteurs de la série sont encouragés à communiquer avec les auteurs pour leur faire part de leurs commentaires, critiques et suggestions.

Les documents sont diffusés principalement au moyen d'Internet. Ils peuvent être téléchargés gratuitement sur Internet, à www.statcan.ca. Les documents faisant partie de la série sont diffusés dans les bureaux régionaux de Statistique Canada et aux coordonnateurs statistiques provinciaux.

Tous les documents de recherche de la Série d'analyse économique, passent à travers un processus d'évaluation des pairs et institutionnel, afin de s'assurer de leur conformité au mandat confié par le gouvernement à Statistique Canada en tant qu'agence statistique et de leur pleine adhésion à des normes de bonne pratique professionnelle, partagées par la majorité.

Les documents de cette série comprennent souvent des résultats issus d'analyses statistiques multivariées ou d'autres techniques statistiques. Il faut l'admettre, les conclusions de ces analyses sont sujettes à des incertitudes dans les estimations énoncées.

Le niveau d'incertitude dépendra de plusieurs facteurs : de la nature de la forme fonctionnelle de l'analyse multivariée utilisée; de la technique économétrique employée, de la pertinence des hypothèses statistiques sous-jacentes au modèle ou à la technique; de la représentativité des variables prises en compte dans l'analyse; et de la précision des données employées. Le processus de la revue des pairs vise à garantir que les articles dans les séries correspondent aux normes établies afin de minimiser les problèmes dans chacun de ces domaines.

Comité de révision des publications
Direction des études analytiques, Statistique Canada
18e étage, Immeuble R.-H. Coats
Ottawa, Ontario, K1A 0T6
(613) 951-1804

Qu'est-il advenu de la croissance économique et de la productivité au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information?*

par

Tarek M. Harchaoui† et Faouzi Tarkhani

11F0027 N° 025
ISSN : 1703-0412
ISBN : 0-662-78364-6

Division de l'analyse micro-économique
18e étage, Immeuble R.H. Coats
Ottawa, K1A 0T6
Statistique Canada
Télécopieur (613) 951-3292
† (613) 951-9856
Courriel : harctar@statcan.ca

Novembre 2004

Le nom des auteurs est inscrit selon l'ordre alphabétique.

Publication autorisée par le ministre responsable de Statistique Canada

© Ministre de l'Industrie, 2004

Tous droits réservés. Il est interdit de reproduire ou de transmettre le contenu de la présente publication, sous quelque forme ou par quelque moyen que ce soit, enregistrement sur support magnétique, reproduction électronique, mécanique, photographique, ou autre, oud e l'emmagasiner dans un système de recouvrement, sans l'autorisation écrite préalable des Services de concession des droits de licence, Division du marketing, Statistique Canada, Ottawa, Ontario, Canada K1A 0T6.

Also available in English

---

* Une version antérieure de ce document a été présentée à la réunion de l'Association internationale pour les statistiques officielles qui a eu lieu à Londres, R.-U., en août 2002 ainsi qu'à l'atelier sur la productivité tenu à Ottawa en novembre 2002. Les commentaires et suggestions faits par B.K. Atrostic, John Baldwin, Erwin Diewert, Mike Harper, Steven Landefeld et les participants à ces réunions ont été grandement appréciés. Nous tenons à remercier Wulong Gu et Jean-Pierre Maynard de leurs remarques utiles concernant les systèmes statistiques en place au Canada et aux États-Unis, ainsi que Sëan Burrows et Mustapha Kaci, de Statistique Canada, et John Duke et Lisa Usher, de *l'U.S. Bureau of Labor Statistics*, pour leur aide en matière de consultation des bases de données KLEMS. Nous tenons à exprimer également notre reconnaissance à Fred Barzyk, Luc Dubois, Irfan Hashmi, Georges Kitchen, Louise Jones, Bernard Lupien, Nugent Miller et Dick Richards qui nous ont fourni une aide très précieuse en ce qui concerne les séries de prix canadiennes. Les opinions exprimées dans le présent document sont celles des auteurs et ne reflètent en aucune façon celles de Statistique Canada. La présente étude est fondée sur la version de septembre 2002 des données relatives au Canada et aux États Unis, qui ont été révisées subséquemment. Bien que les chiffres touchant la croissance du produit intérieur brut aient fait l'objet de révisions importantes (à la hausse pour le Canada et à la baisse pour les États Unis), la thèse exposée ici demeure inchangée.

105-01128/

Table des matières

Résumé 3

Sommaire 4

I. Introduction 6

II. Les technologies de l'information dans les comptes économiques canadiens et américains 8

1. Qu'entend-on par technologies de l'information? 8
2. Le cadre de la mesure 10
   2.1. La frontière des possibilités de production *10*
   2.2. Croissance de la productivité *11*
   2.3. Le cadre de la croissance de la productivité par industrie *12*
3. Les données 13
4. Structures des industries productrices des technologies de l'information 16
5. La question des prix des technologies de l'information 20
6. Mesure des intrants primaires 22
   6.1. Capital 22
   6.2. Travail 25

III. Les technologies de l'information au Canada et aux États-Unis : Quelle est la situation? **26**

1. Remarques préliminaires 26
2. Bref aperçu des données sur les États-Unis 27
3. Comparaison de la contribution des technologies de l'information au Canada et aux États-Unis 29
   3.1. Justification 29
   3.2. Tendances agrégées *30*
      3.2.1. Contributions à la croissance du PIB *30*
      3.2.2. Contribution à la croissance de l'intrant capital *33*
      3.2.3. Sources de la croissance de la productivité du travail *33*
      3.2.4. Sources de la croissance économique *36*
   3.3. Sources sectorielles du regain de productivité au Canada et aux États-Unis *37*
4. Autres précisions sur les différences entre le Canada et les États-Unis 41

IV. Conclusion **43**

Bibliographie **46**

Résumé

La croissance de la productivité aux États-Unis a fortement accéléré durant la deuxième moitié des années 90, reprise que les travaux publiés ont relié à l'utilisation des technologies de l'information. Nous contribuons au débat sur cette question de deux façons. En premier lieu, à l'aide des données canadiennes et américaines les plus comparables disponibles, nous quantifions d'une manière exhaustive la contribution des technologies de l'information à la production, à l'intrant capital et à la productivité. En deuxième lieu, nous examinons dans quelle mesure les industries productrices des technologies de l'information et les industries utilisatrices des technologies de l'information ont contribué au redressement de la productivité multifactorielle agrégée. Nos résultats laissent supposer que, si les technologies de l'information sont effectivement le moteur du regain de productivité aux États-Unis, d'autres facteurs entrent en cause également dans le contexte canadien. La reprise de la productivité du travail aux États-Unis est attribuable principalement à l'intensité du capital des technologies de l'information et aux gains de productivité multifactorielle des industries productrices des technologies de l'information, conclusion qui diffère quelque peu de l'opinion courante aux États-Unis. Selon les données canadiennes, les importants gains de productivité multifactorielle des industries utilisatrices des technologies de l'information ont fortement contribué à l'accélération de la productivité. Ces résultats demeurent valables même après « correction » pour tenir compte des différences méthodologiques de mesure des prix des technologies de l'information au niveau de l'industrie. On peut conclure donc qu'il existe des différences importantes entre les structures économiques des deux pays.

Mots clés : productivité, technologies de l'information, prix

Sommaire

Après un quart de siècle de gains anémiques, l'économie américaine a connu un remarquable regain de croissance de la productivité durant la deuxième moitié des années 90. De nombreux travaux américains sur la productivité ont relié cette reprise à la révolution des technologies de l'information et à la plus forte utilisation de ces dernières à l'échelle de l'économie américaine. En 2000, d'ailleurs, le rôle primordial des technologies de l'information faisait l'objet d'un consensus général.

Si les États-Unis ont trouvé un nouveau moyen d'accélérer la croissance de leur productivité et leur croissance économique, il sera davantage possible pour le Canada de profiter dans leur sillage de la nouvelle vague de productivité. Par conséquent, il importe de déterminer si une nouvelle accélération de la productivité associée aux technologies de l'information s'est déjà amorcée au Canada et laquelle de la production ou de l'utilisation des technologies de l'information a joué le rôle principal.

Le présent document constitue une mise à jour de nos travaux antérieurs. À l'aide d'un cadre conceptuel unifié, nous examinons toutes les voies par lesquelles les technologies de l'information contribuent à la croissance de la productivité. Dans cet article, qui vient s'ajouter aux travaux publiés, nous nous penchons sur quatre aspects de la question.

En premier lieu, pour permettre une comparaison utile entre le Canada et les États-Unis sur le plan des technologies de l'information, nous examinons les différentes façons dont ces technologies se reflètent actuellement dans l'infrastructure statistique des systèmes statistiques existants. À cette fin, nous délimitons et analysons les structures des biens et services et des industries des technologies de l'information, le comportement des prix des technologies de l'information aux niveaux agrégés et des industries ainsi que la nécessité d'utiliser un ensemble de données cohérent pour bien cerner l'allocation sectorielle de la croissance de la productivité agrégée.

En deuxième lieu, en utilisant des données comparables, nous examinons de façon exhaustive le rôle des technologies de l'information dans la croissance de la production, des intrants et de la productivité au Canada et aux États-Unis. Ces résultats cadrent avec ceux présentés dans notre étude précédente; à savoir, les données canadiennes montrent un regain modérément élevé de la croissance de la productivité du travail (comparativement aux États-Unis) et indiquent que les gains d'efficacité appréciables qui sont saisis par les gains de productivité multifactorielle ont joué un rôle essentiel dans cette reprise.

En troisième lieu, nous examinons comment les industries productrices des technologies de l'information et les industries utilisatrices des technologies de l'information ont contribué à l'accélération de la croissance agrégée de la productivité multifactorielle au Canada et aux États-Unis. Nous constatons que le regain de croissance de la productivité multifactorielle au Canada entre le début et la fin des années 90 est presque entièrement attribuable aux gains de productivité des industries utilisatrices des technologies de l'information. Aux États-Unis, par contre, les résultats suggèrent que les industries productrices des technologies de l'information seraient la principale source du redressement de la productivité, appuyant ainsi la thèse de

Gordon (2000) qui est le seul à attribuer tous les gains aux industries productrices des technologies de l'information. Selon nos résultats, il semble que, si le regain de productivité aux États-Unis est effectivement attribuable aux technologies de l'information, il ne l'est qu'en partie au Canada. Ainsi, différentes forces auraient contribué à la récente reprise de la productivité dans les deux pays.

En quatrième lieu, nous établissons que la différence entre le Canada et les États-Unis tient à la contribution des technologies de l'information à la reprise de la productivité. Au niveau agrégé, la contribution plus importante des technologies de l'information aux États-Unis est attribuable à la part plus importante des technologies de l'information dans le PIB et dans le coût du capital, ce qui reflète les principales différences entre les structures des deux économies. Au niveau des industries, outre les différences entre les structures des industries productrices des technologies de l'information, nous observons d'importantes différences sur le plan de la mesure des prix de la production des technologies de l'information entre les deux pays.

Lorsque le comportement des prix semblait différer substantiellement, nous avons tenté de déterminer la source éventuelle de l'écart et de faire une « supposition structurée » quant à ce que révélerait une comparaison de la productivité au Canada et de celle aux États-Unis si les deux pays avaient des séries de prix similaires. Cet exercice indique ce qui suit :

a) Le rôle des différences dans les prix de production dans l'écart de productivité des industries productrices de technologies de l'information entre les deux pays est important;
b) ces différences méthodologiques ne semblent pas toutefois expliquer de façon significative les différences entre les deux pays quant aux sources sectorielles du redressement de la productivité agrégée, soit les industries utilisatrices des technologies de l'information au Canada et les industries productrices des technologies de l'information aux États-Unis.

Cette constatation donne à penser que les différences entre les structures des industries expliquent une bonne partie du rôle différent que jouent les technologies de l'information au Canada et aux États-Unis, résultat assez conforme à celui obtenu au niveau agrégé.

I. Introduction

Une partie du récent « battage publicitaire » concernant le rôle des progrès technologiques dans la création d'une « nouvelle économie » s'est dissipée. L'intérêt porté aux jeunes entreprises « point com » aux États-Unis a diminué à mesure que les valeurs sur le marché boursier ont baissé. Certaines des affirmations les plus extravagantes — en particulier, que la « nouvelle économie » mettrait fin aux périodes de récession — se sont atténuées face au ralentissement récent de l'économie américaine.

Toutefois, une question fondamentale sous-jacente, celle de savoir si les technologies de l'information augmentent à long terme la productivité d'un pays, demeure pertinente. Sous de nombreux rapports, l'économie américaine est considérée comme un « chef de file » sur le plan de la technologie et de la productivité. La nouvelle source de croissance de la productivité qui est apparue dans l'économie américaine (mis à part la baisse cyclique à court terme), fondée sur les technologies de l'information, permet davantage aux pays tels que le Canada d'emboîter le pas.

Nous avons entrepris la présente étude parce que nous nous sommes intéressés à l'accélération frappante de la croissance de la productivité du travail qui a eu lieu aux États-Unis durant la deuxième moitié des années 90. Cette accélération s'est accompagnée d'une forte hausse de l'investissement en matériel lié aux technologies de l'information. À l'heure actuelle, on convient de façon générale qu'une grande partie de l'augmentation de la production s'explique par la croissance rapide de l'utilisation de matériel lié aux technologies de l'information (voir Bosworth et Triplett 2000, Gordon 2000, Jorgenson et Stiroh 2000, Oliner et Sichel 2000 et *Council of Economic Advisors* (CEA) 2001). La forte hausse de l'investissement en technologies de l'information, à son tour, était attribuable à la baisse rapide des prix des ordinateurs, qui s'est accélérée durant la deuxième moitié des années 90 (voir Tevlin et Whelan 2000). La chute des prix des ordinateurs était attribuable principalement aux progrès techniques rapides dans la production des semi-conducteurs (voir Jorgenson 2001, Jorgenson et Stiroh 2000, et Oliner et Sichel 2000).

À l'extérieur des États-Unis, toutefois, les opinions concernant les liens entre les technologies de l'information et la productivité diffèrent. Dans une étude récente de l'OCDE (OCDE 2001), la conclusion suivante est formulée : « *Les TIC (technologies d'information et de communication) sont importantes pour la croissance, mais l'existence d'un secteur producteur de TIC n'est pas une condition nécessaire* ». À cet égard, on peut citer le cas de l'Australie, dont l'amélioration remarquable de la productivité est due dans une large mesure à l'utilisation des technologies de l'information (Parham 2002).

Quelle est la situation au Canada, pays dont les structures économiques sont similaires à celles de l'Australie? En se fondant sur des données canadiennes révisées qui concordent avec la pratique exemplaire dans le domaine de la mesure de la productivité (voir Baldwin et Harchaoui 2002), Harchaoui et coll. (2002) ont souligné que les mécanismes qui sous-tendent la transformation structurelle du secteur des entreprises au Canada sont déjà en place. Prenons, par exemple, le rôle des technologies de l'information comme source de la croissance économique. Entre 1981 et 1988, l'intrant capital lié aux technologies de l'information a été à l'origine de 12 % de la croissance économique au Canada. Durant cette période, les prix des technologies de

l'information ont baissé continuellement et les entreprises ont procédé à des substitutions entre intrants, choisissant des intrants relativement moins chers. Durant la fin des années 90, à la suite d'un ralentissement important de l'économie canadienne au début des années 90, les prix des technologies de l'information ont poursuivi leur chute qui s'est établie en moyenne à 3,2 % par an. On a alors assisté à une véritable explosion de l'investissement en technologies de l'information, mais la contribution du capital lié aux technologies de l'information a augmenté modérément, s'établissant à 14 % en moyenne entre 1995 et 2000.

Examinons ensuite la productivité qui a accompagné la croissance économique remarquable de 4,9 % observée vers la fin des années 90. La productivité du travail a augmenté de 1,7 % par an de 1995 à 2000, en hausse de près d'un demi-point de pourcentage par rapport à la croissance affichée lors de la période 1981 à 1988. Une ventilation détaillée montre que l'intensité du capital, conséquence directe de la substitution attribuable aux prix et de la croissance rapide de l'investissement, a contribué pour 0,4 point de pourcentage, une hausse par rapport à 0,3 point de pourcentage durant les années 80. La composition de la main-d'œuvre a ajouté 0,3 point de pourcentage, comparativement à 0,5 point durant les années 80, ce qui atteste de l'épuisement du bassin de travailleurs disponibles. L'accélération de la productivité multifactorielle a contribué pour un autre point de pourcentage, performance sans précédent depuis 1981.

Nous constatons que les technologies de l'information ont moins contribué à l'amélioration de la productivité au Canada qu'aux États-Unis. Malheureusement, les données empiriques présentées dans notre étude antérieure sont incomplètes, de sorte qu'il reste beaucoup à faire avant de pouvoir évaluer de façon définitive toute l'ampleur du rôle joué par les technologies de l'information. Visiblement, pour le Canada, il reste des questions importantes à examiner et à régler, indépendamment du « battage publicitaire concernant la nouvelle économie ».

Nous examinons ces questions dans le présent document et ce, dans une optique plus vaste que celle adoptée dans notre autre étude récente. En effet, nous quantifions dans un cadre conceptuel unifié la contribution de chacune des composantes des technologies de l'information (ordinateurs, logiciels et matériel de télécommunication) à la production, aux services du capital et à la croissance de la productivité du travail. Nous fournissons également des données empiriques sur les sources sectorielles (c.-à-d., les industries productrices des technologies de l'information par rapport à celles utilisatrices des technologies de l'information) du regain de productivité au Canada et la mesure dans laquelle celui-ci est lié à l'utilisation des technologies de l'information. En outre, nous examinons les comparaisons avec les États-Unis en utilisant les données les plus comparables disponibles et nous réexaminons les données sur les sources sectorielles de la hausse de productivité aux États-Unis.

Nous en arrivons à plusieurs conclusions, dont certaines portent sur des aspects non abordés dans les études économiques publiées.

En premier lieu, nous en arrivons à la conclusion que les technologies de l'information ont contribué modérément à la reprise de la croissance et aux gains de productivité au Canada, alors qu'aux États-Unis elles ont joué un rôle central. Nous obtenons ce même résultat lorsque nous tenons compte de l'effet des différences entre les méthodes de mesure des prix des technologies de l'information au niveau des industries.

En deuxième lieu, nous examinons dans le présent document les sources de la contribution modérée des technologies de l'information au Canada au niveau agrégé. La production des technologies de l'information et le capital lié aux technologies de l'information ont augmenté virtuellement au même rythme au Canada et aux États-Unis. Par contre, la part des technologies de l'information dans la valeur de la production et dans celle du coût du capital au Canada correspond à environ la moitié de celle aux États-Unis, ce qui reflète les différences importantes entre les structures des deux économies.

Enfin, l'écart entre la performance au Canada et celui aux États-Unis est attribuable aux différences entre les sources sectorielles des gains de productivité. Virtuellement tous les récents gains de productivité au Canada sont attribuables aux industries utilisatrices des technologies de l'information, tandis qu'aux États-Unis la majeure partie des gains de productivité agrégée est attribuable aux industries productrices des technologies de l'information. Contrairement à l'opinion qui a cours aux États-Unis, cette constatation laisse peu de place aux gains de productivité multifactorielle dus à d'autres industries.

La suite de l'article est ainsi organisée. À la section II, nous exposons le cadre comptable augmenté de la croissance, où la stratégie empirique consiste à faire la distinction entre les effets des technologies de l'information sur la production, les intrants, la croissance de la productivité du travail ainsi que l'allocation sectorielle de la productivité agrégée entre les industries productrices et celles utilisatrices des technologies de l'information. Nous abordons également dans cette section des questions liées à la délimitation des technologies de l'information en ce qui concerne les produits et les industries et à la mesure des prix, tous des éléments d'importance capitale aux fins de comparaisons utiles entre le Canada et les États-Unis sur le plan des technologies de l'information. La section III établit une comparaison exhaustive entre le Canada et les États-Unis en ce qui concerne les diverses voies par lesquelles les technologies de l'information contribuent à la croissance. Nous fournissons des résultats dans deux directions différentes, quoique complémentaires. Premièrement, nous quantifions les différences sur le plan de la contribution des technologies de l'information entre les deux pays. Deuxièmement, nous déterminons l'effet des différences méthodologiques en ce qui a trait aux prix entre les deux pays sur la croissance de la productivité des industries productrices des technologies de l'information et, partant, sur l'allocation sectorielle de la croissance agrégée de la productivité. À la section IV, nous résumons nos conclusions et nous proposons des orientations pour les recherches à venir.

II. Les technologies de l'information dans les comptes économiques canadiens et américains

1. Qu'entend-on par technologies de l'information?

L'essence même des technologies de l'information — elles sont plus rapides, meilleures, moins chères — reflète la rapidité de l'évolution technologique et de l'amélioration des produits dans le domaine des semi-conducteurs ainsi que la chute précipitée et continue des prix de ces derniers (voir l'aperçu dans Jorgenson 2001). Les baisses des prix ont eu un effet sur les prix des produits qui ont largement recours à la technologie des semi-conducteurs, comme les ordinateurs et le matériel de télécommunication. Cette technologie a également aidé à faire baisser le coût des

aéronefs, des automobiles, des instruments scientifiques et d'une foule d'autres produits. Le progrès technologique que représente le microprocesseur n'aboutit pas simplement à des ordinateurs et des logiciels plus perfectionnés ou à des communications plus rapides. Les microprocesseurs s'améliorent à un rythme très rapide et sans précédent dans les statistiques économiques compilées. Gordon Moore, cofondateur d'Intel, a prévu la tendance générale en ce qui a trait à l'évolution de la technologie des microprocesseurs, affirmant en 1965 ce qui est devenu maintenant la loi de Moore, soit que la capacité des semi-conducteurs double tous les 18 mois à 2 ans.

Les États-Unis ont été le principal « laboratoire » d'analyse des effets des technologies de l'information sur la croissance de la production et de la productivité. Il est donc essentiel d'exposer dans ses grandes lignes l'infrastructure statistique sous-jacente utilisée dans les ouvrages sur la productivité aux États-Unis pour établir une base utile de comparaison du Canada et des États-Unis[1]. Par définition, l'infrastructure statistique inclut les classifications des produits et des industries ainsi que les types de données utilisées aux fins du cadre comptable de la croissance et des sources de la croissance de la productivité du travail.

Selon les travaux publiés aux États-Unis, l'élaboration et le déploiement des technologies de l'information constituent le fondement de la nouvelle économie, soit la partie de l'économie qui comprend l'acquisition, le traitement et la transformation, ainsi que la diffusion de l'information. Les principaux produits sont le matériel qui traite l'information, les microprocesseurs qui permettent de stocker et d'extraire l'information sous forme binaire, les systèmes de communication qui acquièrent et diffusent l'information et les logiciels qui, avec l'intervention de l'homme, aident à gérer le système dans son ensemble[2].

Le matériel inclut les ordinateurs et les périphériques et leurs pièces, y compris les ordinateurs centraux, les ordinateurs personnels, les dispositifs de stockage, les autres unités périphériques et les terminaux. Le matériel de communication comprend le matériel de transmission reliant les données, la voix et les terminaux vidéo au matériel de communication. Il y a trois types de logiciels, soit de série, personnalisés et pour compte propre. Les microprocesseurs, un type de circuit intégré, les circuits imprimés, les semi-conducteurs et les puces mémoire sont des produits de l'industrie des semi-conducteurs. On constate que la définition des technologies de l'information utilisée aux États-Unis englobe le matériel lié aux technologies de l'information mais non les services des technologies de l'information (les services de télécommunication, par exemple, sont exclus).

Du côté des industries, on fait habituellement deux distinctions en ce qui a trait aux technologies de l'information. D'abord, les technologies de l'information énumérées ci-dessus sont produites par une poignée d'industries du secteur de la fabrication. Ces industries, appelées industries productrices des technologies de l'information, représentent habituellement une part assez petite

1. L'OCDE, qui tâche d'harmoniser les définitions entre les pays afin de faciliter les comparaisons internationales, donne une définition plus large des technologies de l'information. Consulter Beckstead et Gellatly (2003) au sujet de la mise en œuvre de l'approche de l'OCDE en ce qui concerne les technologies de l'information et des communications au Canada.
2. Cette spécification est conforme à la définition utilisée par le *U.S. National Research Council* (1994, p. 23, note 1).

de l'ensemble du secteur de la fabrication[3]. Le reste du secteur des entreprises, qui englobe le secteur des services et les industries productrices de biens excluant les industries productrices des technologies de l'information, constitue ce qu'on appelle les industries utilisatrices des technologies de l'information. Ces industries utilisatrices des technologies de l'information, qui représentent le gros du secteur des entreprises, achètent aux industries productrices des technologies de l'information leurs produits pour accroître leur capital lié à ces technologies (logiciels, matériel et équipement de télécommunication), soit pour les utiliser comme intrants intermédiaires (circuits intégrés, circuits imprimés et semi-conducteurs).

2. *Le cadre de la mesure*

Pour comprendre les répercussions économiques des technologies de l'information, il est essentiel tout d'abord de quantifier ces technologies d'une manière conforme à la théorie économique ainsi qu'aux données disponibles. La théorie appropriée est un cadre de production qui établit le lien de la production aux divers intrants et le niveau technologique. Ce cadre a deux importantes caractéristiques : a) il quantifie au niveau agrégé les diverses voies par lesquelles les technologies de l'information contribuent à la croissance de la production, des intrants et de la productivité; b) il cerne les sources sectorielles de la croissance de la productivité agrégée.

2.1. La frontière des possibilités de production

Le cadre conceptuel utilisé ici est fondé sur la frontière des possibilités de production proposée par Jorgenson et Griliches (1967) et par Jorgenson et coll. (1987); Jorgenson (1990) expose la méthode et présente un aperçu des résultats pour les États-Unis. Jorgenson et Stiroh (2000) est une étude récente fondée sur cette méthode. Le cadre utilisé ici saisit les substitutions entre produits des biens d'investissement et de consommation, exportations et importations et intrants capital et travail. Pour le Canada, il est possible d'appliquer cette méthode notamment en raison des liens étroits entre les comptes de productivité du Canada et le Système de comptabilité nationale du Canada. Nous identifions les technologies de l'information à l'investissement, aux dépenses personnelles et aux exportations nettes d'ordinateurs, de logiciels et de matériel de communication comme produits. Les flux du service de l'investissement dans les actifs sont également des intrants.

Nous supposons une frontière des possibilités de production agrégée qui relie la production finale de biens de consommation, les biens d'investissement et les exportations nettes aux intrants capital et travail[4]. Plus précisément, la frontière des possibilités de production agrégée peut être réécrite sous forme développée mettant en évidence le rôle des technologies de l'information

$$Y\left[Y_{IT}(t), Y_{NIT}(t)\right] = A(t) \cdot f\left[K_{IT}(t), K_{OME}(t), K_{S}(t), L(t)\right], \qquad (1)$$

3. Voir les structures des industries productrices des technologies de l'information au Canada et aux États-Unis décrites ci-dessous.

4. Il s'agit ici d'un concept beaucoup plus général que celui de la *fonction* agrégée de production (Hulten 1978). Une fonction agrégée de production ne peut exister que si les fonctions de production au niveau des industries sont identiques jusqu'à un facteur de mise à l'échelle, ce qui est une condition très restrictive (Jorgenson et coll. 1987).

où Y_{IT} et Y_{NIT} sont, respectivement, les produits des technologies de l'information réels et les produits hors technologies de l'information, K_k représente les services du capital associés à l'actif k (k = les technologies de l'information (IT), autres machines et matériel (OME) et structures (S)), L est une mesure de l'intrant travail qui représente à la fois la composition de la main-d'œuvre et le nombre d'heures travaillées et A, souvent appelé productivité multifactorielle, mesure l'efficacité avec laquelle les intrants sont transformés en production. Une augmentation de la productivité multifactorielle indique que les mêmes intrants produisent davantage de production.

Suivant les hypothèses économiques standards concernant le travail, le capital et les marchés des produits, la théorie laisse supposer que l'équation (1) peut être transformée en une version où les taux de croissance pondérés des diverses productions sont égaux aux taux de croissance pondérés des intrants plus le taux de croissance de la productivité multifactorielle

$$w_{Y_{IT}}\Delta\ell nY_{IT} + w_{Y_{NIT}}\Delta\ell nY_{NIT} = v_{K_{IT}}\Delta\ell nK_{IT} + v_{K_{OME}}\Delta\ell nK_{OME} + v_{K_S}\Delta\ell nK_S + v_L\Delta\ell nL + \Delta\ell nA, \tag{2}$$

où w représente la part nominale de la production indicée dans le produit intérieur brut (PIB) nominal, v représente la part nominale de l'intrant indicé dans le PIB nominal, Δ représente un changement ou une différence d'ordre un en pourcentage et les égalités suivantes doivent être vérifiées

$$w_{Y_{IT}} + w_{Y_{NIT}} = v_{K_{IT}} + v_{K_{OME}} + v_{K_S} + v_L = 1.0.$$

La croissance pondérée par la part de chaque variable dans (2) est appelée la « contribution » de cette variable.

L'équation (2) est une équation de type « comptabilité de la croissance » qui permet de déterminer la contribution de la production et des intrants des technologies de l'information à la croissance économique. Le premier membre décompose la croissance de la production en contribution de la production des technologies de l'information et contribution de la production hors technologies de l'information, tandis que le deuxième membre représente la contribution de l'intrant capital lié aux technologies de l'information et des autres machines et matériel, et structures, le travail et la croissance de la productivité multifactorielle. Signalons, par ailleurs, que nous calculons la croissance de la productivité multifactorielle comme un résidu, défini de manière à équilibrer l'équation (2).

2.2. Croissance de la productivité

Le réarrangement de l'équation (2) nous permet de présenter les résultats en fonction de la croissance de la productivité du travail

$$\Delta\ell n\left(\frac{Y_t}{H_t}\right) = \overline{s}_{Kt}\Delta\ell n\left(\frac{\tilde{K}_t}{H_t}\right) + \overline{s}_{Lt}\left(\Delta\ell n\tilde{L}_t - \Delta\ell nH_t\right) + \Delta\ell nA_t \tag{3}$$

où $\frac{Y_t}{H_t}$ et $\frac{\tilde{K}_t}{H_t}$ représentent, respectivement, le PIB agrégé par heure travaillée et le ratio des services du capital au nombre d'heures travaillées. Cette équation nous donne la répartition bien

connue de la croissance de la productivité du travail entre trois facteurs. Le premier est l'intensité du capital, c'est-à-dire la croissance des services du capital par heure. L'intensité du capital rend les travailleurs plus productifs grâce à la fourniture de plus de capital pour chaque heure travaillée et augmente la croissance de la productivité du travail proportionnellement à la part de capital. Le deuxième terme représente l'amélioration de la composition de la main-d'œuvre, définie comme étant la différence entre les taux de croissance de la main-d'œuvre et du nombre d'heures travaillées. L'amélioration de la composition de la main-d'œuvre (appelée également *effet de la composition de la main-d'œuvre*), qui reflète la proportion croissante d'heures fournies par les travailleurs dont la productivité marginale est plus élevée, fait augmenter la croissance moyenne de la productivité du travail proportionnelle à la part du travail. Le troisième terme est la croissance de la *productivité multifactorielle*, qui fait augmenter la croissance de la productivité du travail point par point.

L'équation (3) illustre également deux voies par lesquelles les technologies de l'information contribuent à la croissance de la productivité du travail :

a) Intensité du capital liée aux technologies de l'information. L'utilisation d'une plus grande quantité de capital lié aux technologies de l'information par heure augmente l'intensité de capital lié aux technologies de l'information. Cette composante saisit les gains pour les utilisateurs directs des technologies de l'information. Elle inclut les économies de coûts découlant de la substitution des technologies de l'information à d'autres intrants à mesure que les technologies de l'information deviennent moins coûteuses.

b) Croissance de la productivité multifactorielle. La production des technologies de l'information fait augmenter la productivité multifactorielle en permettant aux producteurs d'accroître la productivité — puissance informatique et autres caractéristiques des technologies de l'information — par unité d'intrant. Les progrès technologiques rapides dans le secteur de la production des technologies de l'information ont entraîné des baisses rapides des prix du matériel et des technologies de l'information. La baisse des prix, à son tour, a entraîné une augmentation de la demande et de l'utilisation. L'utilisation accrue des technologies de l'information fait peut-être aussi augmenter la productivité multifactorielle. En principe, il s'agit d'externalités positives pour les industries utilisatrices. Les technologies de l'information peuvent permettre de réaliser des économies de réseaux, augmentant le rendement et les retombées, ce qui se traduirait par des gains de productivité multifactorielle pour les industries utilisatrices.

2.3. Le cadre de la croissance de la productivité par industrie

Dans le cadre de la productivité agrégée du secteur des entreprises décrit ci-dessus, la production mesurée comme le PIB réel — livraisons en dollars constants en chaîne des biens et services finaux par le secteur des entreprises aux ménages domestiques, investissements, gouvernement et institutions à but non lucratif et exportations nettes aux autres pays — est comparé aux intrants travail et capital qui, tous deux, reflètent les changements de composition.

Nous nous concentrons à présent sur le cadre industriel pour retracer les sources sectorielles de la croissance agrégée de la productivité multifactorielle (voir Gullickson et Harper 1999 pour une illustration de cette approche). L'approche utilise une cohérence interne entre les séries du PIB du secteur des entreprises et la mesure de la production des industries qui le composent. La première composante consiste en une fonction de production pour chaque industrie et la seconde est la méthodologie de Domar (1961) pour agréger les différentes industries pour obtenir une mesure agrégée de la productivité. Les contributions récentes qui ont appliqué cette méthodologie pour quantifier la contribution des industries productrices des technologies de l'information au regain de vitalité de la productivité multifactorielle agrégée comprennent Jorgenson et Stiroh (2000), Jorgenson et coll. (2004) pour les États-Unis, et Harchaoui et coll. (2004) pour une comparaison Canada/États-Unis.

Les pondérations de Domar, basées sur l'importance relative de la production de chaque industrie dans le PIB, ont la caractéristique marquante d'être supérieure à l'unité. La procédure de pondération de Domar prend en compte l'impact des sources de croissance au niveau industriel, à la fois, de l'industrie où la croissance a lieu et des industries qui achètent la production de cette industrie. Ceci implique que la croissance de la productivité multifactorielle agrégée peut croître plus rapidement que celle de n'importe quelle industrie étant donné que les gains de productivité s'amplifient à mesure qu'ils se répercutent sur l'ensemble du processus de production.

3. Les données

Les sources d'information utilisées pour mettre en œuvre la frontière des possibilités de production sont les comptes des revenus et des dépenses et les comptes nationaux des revenus et des produits (« *National Income and Products Accounts* » ou comptes nationaux) produits, respectivement, par Statistique Canada et par le *Bureau of Economic Analysis de l'U.S. Department of Commerce*. La mesure du PIB du secteur des entreprises utilisée pour les comptes nationaux est fondée sur les dépenses dégonflées au titre des biens et services « finals ». Les dépenses au titre des intrants intermédiaires des matières et des services sont exclues. Les investissements par les entreprises et les administrations publiques au titre des ordinateurs, du matériel de communication et des logiciels ainsi que les exportations nettes au reste du monde entrent dans le calcul du PIB. Le PIB comprend également les dépenses au titre des produits des technologies de l'information effectuées par les ménages, mais non les flux de services des technologies de l'information[5]. Bien que les semi-conducteurs représentent un aspect important de la révolution des technologies de l'information, seules leurs exportations nettes définies comme étant la différence entre les exportations au reste du monde et les importations sont comprises dans le PIB.

Le tableau 1 montre les structures du PIB au Canada et aux États-Unis ainsi que l'importance relative des technologies de l'information dans chaque catégorie du PIB pour certaines années. Nous observons des différences importantes entre les deux pays. Il n'est pas étonnant de constater que la part des exportations et des importations est plus élevée au Canada qu'aux États-Unis et que cet écart s'est encore creusé durant les années 90 à la suite de la mise en œuvre

5. Voir Harchaoui et coll. (2004) qui présentent ce cadre conceptuel élargi de manière à inclure le flux de services des biens de consommation durables et du logement.

de l'accord de libre-échange entre les deux pays. La part de l'investissement des entreprises est inférieure au Canada. Par contre, la part des dépenses personnelles était supérieure au Canada en 1981 et en 1988, mais en 2000 elle était inférieure à celle aux États-Unis.

Tableau 1. La structure des dépenses de la demande finale au Canada et les États-Unis (prix courants)

	1981		1988		2000	
	Pourcentage					
	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.
Consommation	70.0	67.3	74.0	72.9	69.3	73.5
Technologies de l'information en consommation	1.3	1.3	1.6	1.7	2.0	2.2
Investissement des entreprises	23.9	27.6	19.9	24.5	18.9	26.5
Investissement des entreprises en technologies de l'information	2.1	2.8	2.4	3.5	4.0	5.6
Investissements des administrations publiques	4.6	4.5	4.2	4.9	3.4	4.2
Investissements des administrations publiques en technologies de l'information	0.3	0.1	0.5	0.2	0.8	0.2
Exportations	41.1	12.8	41.8	11.8	66.4	14.5
Exportations en technologies de l'information	1.1	0.4	1.5	0.6	4.8	0.7
Importations	40.0	13.5	40.6	14.6	59.0	19.3
Importations en technologies de l'information	2.0	0.1	2.9	0.5	6.5	1.2
Stock	0.4	1.3	0.7	0.5	1.1	0.6
PIB	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**100,0**
Part des technologies de l'information dans le PIB finale sous l'optique de la demande finale	**2,8**	**4,6**	**3,2**	**5,5**	**5,1**	**7,6**

La part du PIB attribuable aux exportations et importations des technologies de l'information ainsi qu'aux investissements des administrations publiques dans ces technologies était systématiquement supérieure au Canada comparativement aux États-Unis et vice versa pour l'investissement des entreprises en technologies de l'information et les dépenses personnelles au titre des technologies de l'information.

Les comptes des revenus et de production des industries des deux pays donnent diverses mesures de la production des industries, qui toutes reflètent de différentes façons les livraisons par rapport à la demande finale ainsi que les transactions intersectorielles et intrasectorielles[6].

Plusieurs études américaines utilisant les données du KLEMS fondées sur la production brute ou le produit brut d'origine (*gross output originating*) disponibles au niveau à deux chiffres de la Classification type des industries de 1987 (CTI) auprès du *U.S. Bureau of Economic Analysis* portent plus particulièrement sur les machines et le matériel d'usage industriel et commercial et le matériel informatique, code 35 de la CTI, ainsi que sur les machines et appareils électroniques et électriques, code 36 de la CTI[7]. Le *U.S. Bureau of Labour Statistics* produit également une autre base de données KLEMS, fondé sur la notion de production sectorielle et disponible au

6. Il y a trois façons possibles de traiter ces transactions. En premier lieu, elles peuvent être calculées sur une base nette, auquel cas nous en arrivons à la notion de valeur ajoutée (ou de produit brut d'origine, dans le cas des États-Unis). En deuxième lieu, il y a la notion de production brute qui tient compte de toutes les transactions intrasectorielles et intersectorielles. En troisième lieu, dans le cas de la production sectorielle, notion intermédiaire entre la valeur ajoutée et la production brute, seules les transactions intrasectorielles sont déduites.
7. Voir, par exemple, CEA (2001), Stiroh (2001) et Jorgenson et Stiroh (2000).

même niveau de détail des industries[8]. Toutes ces données ont pour inconvénient qu'elles regroupent les industries productrices des technologies de l'information et les industries de produits électriques qui, par définition, ont un lien très faible avec les technologies de l'information[9].

Il y a cependant une autre source d'information, quoique moins populaire, disponible auprès du *U.S. Bureau of Labor Statistics* et qui contourne ce problème. Le programme de la productivité multifactorielle pour les industries manufacturières au niveau à trois chiffres de la CTI produit une base de données KLEMS fondée sur la notion de production sectorielle de 1987 à 1999 pour 102 industries manufacturières, y compris chacune des industries productrices des technologies de l'information[10], soit ordinateurs et matériel de bureau (CTI 357), matériel de communication (CTI 366) et composants et accessoires électroniques (CTI 367). Ensemble, ces industries produisent tous les principaux produits des technologies de l'information, c'est-à-dire le matériel informatique pour le groupe CTI 357, le matériel de communication pour le groupe CTI 366 et les semi-conducteurs et les produits connexes pour le groupe CTI 367. Toutes ces industries peuvent produire des logiciels[11].

Les comptes de productivité du Canada construisent toute une gamme de mesures de la productivité pour les 122 industries (CTI-E 1980) du secteur des entreprises, fondée sur un ensemble de comptes des transactions inter et intra-industrielles tirés des tableaux d'entrées-sorties de Statistique Canada. Les industries productrices des technologies de l'information représentent 2 de ces 122 industries, soit l'industrie du matériel électronique (groupe 335) et l'industrie de machines pour bureaux, magasins et commerces (groupe 336) qui produisent, respectivement, du matériel de télécommunication, des semi-conducteurs, des circuits imprimés et des circuits intégrés ainsi que du matériel informatique. Comme aux États-Unis, toutes les industries canadiennes productrices des technologies de l'information produisent des produits logiciels. La non-disponibilité de capital ne permet pas aux comptes canadiens de productivité de scinder le groupe 336 en deux, industries de l'équipement de communication d'une part et industries des semi-conducteurs et des circuits intégrés d'autre part. Néanmoins, les tableaux d'entrées-sorties canadiens fournissent des renseignements détaillés sur les produits et les intrants intermédiaires pour ces deux sous-groupes. Ces renseignements sont particulièrement utiles lorsqu'il s'agit d'examiner les structures des industries productrices des technologies de l'information au Canada (nous fournissons les précisions ci-dessous).

---

8. Domar (1961) a proposé des définitions des produits et des intrants pour les secteurs (ou industries) qui font du commerce intersectoriel (ou inter-industries). Les notions de produits et d'intrants conformes aux définitions de Domar sont appelées production et intrants « sectoriels ».
9. Une récente étude de Jorgenson et coll. (2004) utilise une base de données KLEMS fondée sur la notion de production brute dans laquelle les industries de production des technologies de l'information ne sont pas regroupées avec les industries de produits électriques.
10. Toutefois, cette base de données ne répartit pas l'intrant capital entre le capital lié aux technologies de l'information et celui hors technologies de l'information.
11. Il s'agit là, bien entendu, d'une couverture plus étroite que celle de Kask et Sieber (2002) dans leur profil des industries manufacturières axées sur les technologies de pointe mais elle est davantage d'être conforme aux travaux publiés aux États-Unis sur le rôle des technologies de l'information dans le rebondissement de la productivité.

Étant donné la variété des sources de données industrielles disponibles pour les États-Unis, la question est de savoir quelle est celle qui est adéquate à la mesure de la productivité. Dans le contexte du système statistique américain, la notion de production sectorielle mise au point par le *U.S. Bureau of Labor Statistics* est davantage cohérente au PIB de l'ensemble du secteur privé des entreprises (voir Gullickson et Harper 1999). Par contre, ceci n'est pas le cas pour la notion de produit brut d'origine, largement utilisée dans diverses études de la productivité aux États-Unis[12]. Le produit brut d'origine est fondé sur le côté revenu des comptes nationaux des revenus, approche selon laquelle le regain de productivité est plus important puisque le revenu estimatif a augmenté plus rapidement que la production estimative dans les comptes (voir Bailey 2002, 7).

Étant donné le problème de cohérence associé à la notion de produit brut d'origine, il existe deux possibilités pour procéder à notre comparaison du Canada et des États-Unis : nous pouvons utiliser soit la notion de production brute produite par le *Bureau of Economic Analysis*, soit la notion de production sectorielle produite par le *Bureau of Labor Statistics*. Dans le présent document, nous utilisons la notion de production sectorielle et nous laissons l'usage de la notion de production brute pour une autre étude comparative entre le Canada et les États-Unis (voir Harchaoui et coll. 2004)[13].

4. Structures des industries productrices des technologies de l'information

Dans la section ci-dessus, nous avons délimité les industries productrices des technologies de l'information au Canada et aux États-Unis sur lesquelles doit porter l'analyse de la structure des technologies de l'information dans les deux pays. Dans la présente section, nous examinons, à l'aide des données sur les diverses industries et les divers biens, la structure des industries productrices des technologies de l'information dans ces deux pays.

La disponibilité à partir des tableaux entrées-sorties canadiens de plus de détails par industrie et par bien sur les deux industries productrices des technologies de l'information permet d'établir une comparaison Canada/États-Unis plus précise et, par la même occasion, de faire le suivi des changements structurels qui se sont produits dans ces industries dans les deux pays[14].

---

12. Le *BEA* des États-Unis inclut la divergence statistique dans son estimation des « industries du secteur privé » lorsque la divergence statistique est définie comme correspondant aux dépenses qui entrent dans le calcul du PIB moins le revenu intérieur brut. Comme le *BEA* des États-Unis considère les données sur les dépenses comme étant plus fiables, la divergence statistique est ajoutée à titre d'industrie aux comptes du revenu intérieur brut (valeur ajoutée). L'un des problèmes que présente la production de cette industrie tient à l'impossibilité de l'aligner sur les intrants mesurés.
13. Cette étude diffère sur plusieurs aspects de Harchaoui et coll. (2004). Elle couvre le secteur des entreprises et utilise les données du BLS. Cette dernière couvre, en revanche, les économies privées canadiennes et américaines, ce qui comprend le secteur des entreprises et les logements occupés par les propriétaires. Un autre aspect de l'étude est l'usage des flux de services des liens de consommation durables et du résidentiel et la distinction entre les travailleurs ayant une formation universitaire et les autres pour rendre compte de la mesure avec la quelle les investissements dans l'éducation supérieure et les technologies de l'information ont contribué à la croissance économique et la performance en termes de productivité.
14. La présente analyse est fondée sur la notion de production brute et d'intrants intermédiaires. Les données sur la production sectorielle au niveau des biens et services ne sont pas disponibles pour les États-Unis. Cependant, les principales observations faites dans la présente section demeurent valables que nous utilisions la production brute ou la production sectorielle.

Tableau 2. La structure de la production des industries canadiennes et américaines productrices des technologies de l'information

	États-Unis		Canada						
	Millions de dollars américains		Millions de dollars canadiens			Part de la production en pourcentages		Indice des prix implicite de la production (1988=100)	
Industries	**1988**	**1999**	**1988**	**1999**	**Biens**	**1988**	**1999**	**1988**	**1999**
Matériel de communication[1]	**34 343**	**85 638**	**5 105**	**11 752**	Téléphones et équipements connexes, incl. télécopieurs	49,9	73,2	100,0	113,0
					Matériel de télédiffusion et de radiocommunication	18,2	17,8	100,0	148,2
					Équipement radar et de radionavigation	24,5	8,3	100,0	115,7
					Autres	7,4	0,8	100,0	153,7
Part dans les industries productrices des technologies de l'information	24,3 %	27,7 %	51,0 %	47,7 %	Total	100,0	100,0	100,0	124,1
Produits et accessoires électroniques	**50 115**	**128 117**	**1 656**	**7 767**	Circuits intégrés	50,3	62,7	100,0	57,5
					Circuits imprimés	21,1	17,7	100,0	86,5
					Semi-conducteurs	16,2	11,5	100,0	103,5
					Autres	12,4	8,1	100,0	78,8
Part dans les industries productrices des technologies de l'information	35,5 %	41,5 %	16,5 %	31,5 %	Total	100,0	100,0	100,0	69,1
Ordinateurs et de fournitures de bureau[2]	**56 747**	**94 882**	**3 257**	**5 122**	Ordinateurs	94,5	98,2	100,0	19,4
					Matériel de bureau	4,6	0,4	100,0	119,6
					Autres	0,8	1,4	100,0	112,4
Part dans les industries productrices des technologies de l'information	40,2 %	30,7 %	32,5 %	20,8 %	Total	100,0	100,0	100,0	20,8
Industries productrices des technologies de l'information	**141 206**	**308 638**	**10 018**	**24 641**					
Part dans total en fabrication	8,4 %	11,8 %	3,3 %	5,1 %					
Total en fabrication	**1 689 803**	**2 618 207**	**303 588**	**483 148**					

1. L'industrie canadienne de l'équipement de communication est composée des industries de l'équipement de télécommunications et les autres industries de communications et équipement électronique. En 1999, la part de la production sectorielle de ces deux industries était respectivement de 76 % et 24 %, comparativement à 51,3 % et 48,7 % en 1988.
2. L'industrie canadienne de l'équipement de communication est composée des industries de l'équipement de télécommunications et les autres industries de communications et équipement électronique. En 1999, la part de la production sectorielle de ces deux industries était respectivement de 98,8 % et 1,2 %, comparativement à 95,6 % et 4,4 % en 1988.

Le tableau 2 illustre les structures des industries productrices des technologies de l'information au Canada et aux États-Unis et montre comment elles ont évolué entre 1988 et 1999[15]. Aux États-Unis, 11,8 % de la production sectorielle du secteur de la fabrication en 1999 était attribuable aux trois industries productrices des technologies de l'information, soit une hausse

15. C'est la seule période pour laquelle les données détaillées sur les industries étaient comparables.

par rapport à 8,4 % en 1988. Au sein de ces industries, celle des ordinateurs et du matériel de bureau a vu sa part baisser, passant de 40,2 % à 30,7 %, au profit des composants et accessoires électroniques, dont la part est passée de 35,5 % à 41,5 % et, dans une moindre mesure, du matériel de communication dont la part est passée de 24,3 % à 27,7 %.

Même si la part de la production du secteur de la fabrication attribuable aux industries productrices des technologies de l'information au Canada a augmenté, passant de 3,3 % à 5,1 %, elle ne représente qu'environ 40 % de celle aux États-Unis. De façon analogue à ce qui s'est produit aux États-Unis, la part de l'industrie des composants et accessoires électroniques est passée de 16,5 % à 31,5 % entre 1988 et 1999, principalement aux dépens de l'industrie des ordinateurs et des magasins de fournitures de bureau qui a vu sa part passer de 32,5 % à 20,8 %.

Bien que la part des industries productrices des technologies de l'information ait affiché une tendance analogue au Canada et aux États-Unis, les structures du secteur producteur des technologies de l'information diffèrent dans l'un et l'autre pays. L'industrie du matériel de communication représente près de la moitié du secteur producteur des technologies de l'information au Canada, comparativement à environ le quart dans le cas des États-Unis. La part des industries des produits et accessoires électroniques ainsi que des magasins d'ordinateurs et de fournitures de bureau, qui représentent l'autre moitié du secteur, est inférieure au Canada par rapport à celle aux États-Unis. Par exemple, en 1999, la part de ces deux industries s'établissait, respectivement, à 31,5 % et 20,8 % au Canada, comparativement à 41,5 % et 30,7 % aux États-Unis.

La structure des industries canadiennes productrices des technologies de l'information, sur lesquelles les tableaux d'entrées-sorties ont fourni des détails supplémentaires, a changé : auparavant axée sur une technologie multiproduits, elle est devenue axée sur une technologie monoproduit. Par exemple, en 1999, près des trois quarts de la production de l'industrie des télécommunications était attribuable au matériel téléphonique (équipement de commutation téléphonique et matériel de transmission), une hausse par rapport à 50 % en 1988. De même, les circuits intégrés, représentant près des deux tiers de la production, sont devenus le principal produit de l'industrie des produits et accessoires électroniques, ce qui représente un changement important par rapport à 1988 quand ce produit représentait environ la moitié de la production. Par contre, les ordinateurs, qui représentent plus de 90 % de la production, ont toujours été le produit principal de l'industrie des ordinateurs et des magasins de fournitures de bureau.

Nous observons une tendance semblable à la spécialisation du côté des intrants intermédiaires des industries canadiennes productrices des technologies de l'information (tableau 3). Par exemple, en 1999, les circuits intégrés, les circuits imprimés et les semi-conducteurs représentaient environ les deux tiers des intrants intermédiaires de l'industrie du matériel de communication, en hausse par rapport à 57,6 % en 1988. Les circuits intégrés représentaient environ le tiers des intrants intermédiaires de l'industrie du matériel de communication entre 1988 et 1999. Par contre, les circuits imprimés et les semi-conducteurs représentaient, respectivement, 21 % et 18,4 % des intrants intermédiaires en 1999, soit une augmentation substantielle par rapport à 1988 quand ils représentaient, respectivement, 13,6 % et 12,4 %.

Tableau 3. Structure des intrants intermédiaires des industries productrices des technologies de l'information

Industries	Biens	Valeur de la composante technologie de l'information des intrants intermédiaires (milliers $)		Part des biens des technologies de l'information dans les intrants intermédiaires		Tendance dans les indices implicites des prix de la composante information technologies des intrants intermédiaires	
		1988	1999	1988	1999	1988	1999
Matériel de communication[1]	Téléphones et équipements connexes, incl. télécopieurs	183 589	328 566	12,6	8,1	100,0	141,2
	Semi-conducteurs	172 911	741 549	12,4	18,4	100,0	115,2
	Circuits imprimés	205 192	848 130	13,6	21,0	100,0	117,4
	Circuits intégrés	451 527	1 180 117	31,6	29,2	100,0	79,9
	Autres composantes d'équipement électronique	115 608	746 588	8,2	18,5	100,0	117,5
	Autres	327 505	194 621	21,6	4,8	100,0	46,5
	Technologies de l'information des intrants intermédiaires	**1 456 332**	**4 039 570**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**104,6**
	Total des intrants intermédiaires	**2 402 035**	**7 016 898**				
	Part des technologies de l'information dans l'ensemble des intrants intermédiaires	60,6 %	57,6 %				
Produits et accessoires électroniques	Semi-conducteurs	18 384	294 792	3,1	8,8	100,0	91,9
	Circuits imprimés	89 485	232 224	15,1	6,9	100,0	89,7
	Circuits intégrés	433 461	2 623 616	73,3	78,3	100,0	54,4
	Autres	49 811	199 232	8,4	5,9	100,0	81,8
	Technologies de l'information des intrants intermédiaires	**591 141**	**3 349 864**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**59,2**
	Total des intrants intermédiaires	**1 056 014**	**6 143 744**				
	Part des technologies de l'information dans l'ensemble des intrants intermédiaires	56,0 %	54,5 %				
Ordinateurs et de fournitures de bureau[2]	Ordinateurs, unités vidéo, imprimantes etc.	859 851	2 933 570	62,9	84,9	100,0	25,2
	Autres	506 714	522 294	37,1	15,1	100,0	71,9
	Technologies de l'information des intrants intermédiaires	**1 366 565**	**3 455 864**	**100,0**	**100,0**	**100,0**	**30,2**
	Total des intrants intermédiaires	**2 088 434**	**4 710 470**				
	Part des technologies de l'information dans l'ensemble des intrants intermédiaires	65,4 %	73,4 %				

1. L'industrie canadienne de l'équipement de communication est composée des industries de l'équipement de télécommunications et les autres industries de communications et équipement électronique. En 1999, la part de la production sectorielle de ces deux industries était respectivement de 76 % et 24 %, comparativement à 51,3 % et 48,7 % en 1988.
2. L'industrie canadienne de l'équipement de communication est composée des industries de l'équipement de télécommunications et les autres industries de communications et équipement électronique. En 1999, la part de la production sectorielle de ces deux industries était respectivement de 98,8 % et 1,2 %, comparativement à 95,6 % et 4,4 % en 1988.

Les circuits intégrés représentaient 78,3 % des intrants intermédiaires de l'industrie des produits et accessoires électroniques, en hausse par rapport à 73,3 % en 1988. En 1999, les ordinateurs représentaient 84,9 % des intrants intermédiaires utilisés par l'industrie des ordinateurs et des magasins de fournitures de bureau, comparativement à 62,9 % en 1988.

Il importe de souligner deux faits stylisés en ce qui concerne les structures des intrants intermédiaires des industries productrices des technologies de l'information et leurs répercussions éventuelles sur les prix des produits. En premier lieu, les produits des technologies de l'information représentent une part importante de l'ensemble des intrants intermédiaires (près de 60 % pour les produits et accessoires électroniques et de communication et près des deux tiers pour l'industrie des ordinateurs et des magasins de fournitures de bureau en 1988). En deuxième lieu, en 1999 les produits de l'industrie des semi-conducteurs (semi-conducteurs, circuits imprimés et circuits intégrés) représentaient 68,6 % et 94 %, respectivement, de la composante technologies de l'information des intrants intermédiaires des industries des produits et accessoires électroniques et de communication.

Comme nous pouvons le constater, les produits de l'industrie des semi-conducteurs représentent la plus grande partie des intrants intermédiaires de l'industrie des produits électroniques et de communication. L'évolution technologique rapide qui a touché ces produits des technologies de l'information aux États-Unis et qui s'est traduite ultérieurement par une baisse des prix des produits a été bien décrite[16]. Il importe donc d'examiner dans quelle mesure les prix des biens et services produits par les industries productrices des technologies de l'information au Canada reflètent ces améliorations. À cette fin, nous examinons dans ce qui suit les prix de ces produits des technologies de l'information.

5. La question des prix des technologies de l'information

Pour élaborer une série chronologique cohérente de séries en prix constants des biens des technologies de l'information, il faut disposer d'« indices des prix à qualité constante ». Ces prix saisissent effectivement les améliorations sur le plan de la qualité des générations successives de produits des technologies de l'information et traitent ces gains sur le plan de la qualité comme une réduction des prix des technologies de l'information.

Comme l'examen des sources, des concepts et de la méthode utilisés au Canada et aux États-Unis dépasse le cadre de la présente étude, nous avons procédé comme suit[17]. Pour chaque produit et industrie des technologies de l'information, nous avons examiné le comportement des prix dans les deux pays durant la période de 1981 à 2000 pour laquelle nous disposons de renseignements cohérents. Dans les cas où le comportement des prix semblait différer de façon marquée, nous avons tâché de déterminer la source éventuelle de l'écart et l'ampleur de son effet sur les résultats, en utilisant les données sur les biens ainsi que sur les industries dans la mesure où les unes et les autres sont disponibles. À l'issue de notre examen, qui est disponible sur demande, nous en sommes arrivés aux conclusions suivantes aux niveaux agrégés et de l'industrie :

16. Pour un examen approfondi, voir Jorgenson (2001). Selon Triplett (1996), presque toute la baisse des prix des ordinateurs est attribuable à la chute des prix des semi-conducteurs.

17. Pour obtenir des détails sur la méthode utilisée aux États-Unis, voir Grimm et coll. (2002).

1. En premier lieu, nous avons conclu de cet examen des prix des biens et services des technologies de l'information compris dans la demande finale que, dans l'ensemble, les prix au Canada et aux États-Unis affichent des tendances similaires. C'est le cas plus particulièrement, d'une part, des importations et, d'autre part, des ordinateurs et des produits de télécommunication qui figurent dans la catégorie des investissements. Nous observons, toutefois, certaines différences entre les deux pays en ce qui concerne les prix des logiciels indiqués dans la catégorie des investissements et ceux des produits des technologies de l'information indiqués dans la catégorie des dépenses personnelles. Les prix au Canada baissent plus rapidement dans la première catégorie et moins rapidement dans la deuxième, reflétant la combinaison de différences méthodologiques et la structure des deux économies (des poids étant appliqués à chaque bien et service). Toutefois, au niveau auquel nous avons établi la comparaison entre les deux pays (technologies de l'information-PIB), il est probable que ces deux différences s'annulent.

2. Plusieurs questions se rapportant aux indices implicites des prix de la production sectorielle et des intrants intermédiaires sectoriels liés aux technologies de l'information revêtent de l'importance pour la comparaison des tendances de la productivité des trois industries productrices des technologies de l'information au Canada et aux États-Unis.

   En premier lieu, il semble y avoir un mécanisme de transfert entre les prix des intrants intermédiaires sectoriels liés aux technologies de l'information et ceux de la production sectorielle au Canada. Les indices implicites des prix de la production sectorielle pour chacune des industries productrices des technologies de l'information reflètent ceux des intrants intermédiaires sectoriels correspondants, ce qui montre que les progrès techniques dans les industries en amont se répercutent sur les industries en aval.

   En deuxième lieu, nous observons une différence dans le comportement de l'indice implicite des prix des produits et accessoires électroniques au Canada, comparativement au même indice aux États-Unis. Le Canada ne recueille pas de données sur les prix des circuits intégrés, des circuits imprimés et des semi-conducteurs, mais utilise plutôt les indices des prix à la production produits par le *Bureau of Labor Statistics* pour les produits correspondants à l'aide de la méthode d'appariement de modèles. Ces indices sont corrigés par Statistique Canada pour tenir compte de la variation du taux de change. Malgré cela, l'indice implicite des prix de la production de produits et d'accessoires électroniques pour cette industrie a chuté d'environ 75 % aux États-Unis mais de 25 % seulement au Canada. Cet écart s'explique peut-être par les différences entre les méthodes de pondération utilisées et les fluctuations des taux de change[18].

   En troisième lieu, l'indice implicite des prix des produits de l'industrie des communications affiche un comportement différent de celui du même indice aux États-Unis. Le Canada applique la méthode d'appariement de modèles au matériel téléphonique en se fondant sur les prix d'achat recueillis auprès d'entreprises canadiennes. Les États-Unis, par contre, utilisent des indices des prix corrigés pour la qualité et fondés sur des estimations hédoniques seulement pour l'équipement de communication téléphonique; ils utilisent des déflateurs de prix conventionnels pour le matériel de transmission et les autres composants.

---

18. Eldridge et Sherwood (2001) en sont arrivés à la même conclusion pour les indices implicites de prix de la valeur ajoutée dans les deux pays.

La plus importante industrie productrice des technologies de l'information — l'industrie des communications — est celle qui révèle une tendance de l'indice des prix de la production différente de celle de son homologue américain. L'écart de productivité en faveur des États-Unis dans les technologies productrices de l'information est donc largement attribuable à cette industrie.

De même, les différences sur le plan du comportement des prix des produits de l'industrie des composants et accessoires électroniques à l'avantage des États-Unis contribuent également à cet écart.

À la section III.3 de ce document, nous tâcherons de quantifier la contribution de ces différences entre les indices des prix des produits de ces deux industries à la différence entre les tendances sur le plan de la productivité.

6. Mesure des intrants primaires

Aux sections précédentes, nous avons discuté les structures des technologies de l'information en termes de production et d'intrants intermédiaires ainsi que des tendances qui se dégagent de leurs indices implicites de prix. La présente section porte sur les intrants primaires, soit le capital et le travail.

6.1. Capital

Au Canada comme aux États-Unis, l'utilisation de l'intrant capital dans les mesures de la productivité multifactorielle est calculée en se fondant sur un concept de flux de services pour les actifs matériels. Nous utilisons une définition large du capital, qui inclut les actifs corporels comme les machines et le matériel, les structures ainsi que les terrains et les stocks.

Les estimations du prix des services des actifs immobilisés incluent les différences entre les prix des actifs, les durées de vie et les taux de dépréciation, ainsi que le traitement fiscal des revenus du capital (voir Harchaoui et Tarkhani 2003 pour la description de la méthodologie au Canada). On détermine les intrants capital pour les principaux secteurs de la façon suivante : 1) on élabore une gamme détaillée des stocks de capital pour diverses catégories d'actifs dans différentes industries; 2) on agrège les stocks de capital des diverses catégories d'actifs pour chaque industrie afin de mesurer l'utilisation de l'intrant capital pour l'industrie; 3) on agrège l'utilisation du capital dans les différentes industries pour mesurer l'utilisation du capital au niveau sectoriel.[19]

Au Canada, les actifs sont détaillés selon 16 types de machines et de matériel (28 aux États-Unis), 6 types de structures non résidentielles (22 aux États-Unis), 4 types de structures

19. Tant les estimations de l'intrant capital de Statistique Canada que celui du *BLS* pour le secteur des entreprises sont basés sur l'approche ascendante. De façon alternative, on pourrait exploiter l'approche descendante qui consiste à utiliser les séries sur les investissements disponibles de la demande finale. Cette dernière est plus cohérente avec la frontière des possibilités de production et a été exploitée par Harchaoui et coll. (2004). La comparabilité avec la méthode du *BLS* nous a empêché d'utiliser cette approche dans la présente étude.

résidentielles[20] (9 aux États-Unis), 3 types de stocks (selon l'étape de transformation) et les terrains.

Pour chaque industrie, les méthodes de Statistique Canada sont appliquées à 122 industries (109 dans le cas des États-Unis) dans le secteur des entreprises, correspondant approximativement au niveau à deux et trois chiffres de la CTI 1980 (au niveau à 3 chiffres de la CTI 1987 dans le cas des États-Unis). Ces mesures des stocks de capital sont agrégées au moyen d'un indice en chaîne de Fisher (Törnqvist dans le cas des États-Unis). Le facteur de pondération pour chaque catégorie d'actifs est fondé sur la moyenne établie sur deux ans de la part du revenu de biens estimatif revenant à chaque catégorie d'actifs dans chaque industrie. Pour attribuer le revenu de biens aux différentes catégories d'actifs, on utilise des estimations des « prix de location implicites » de chaque catégorie d'actifs. Comme certaines catégories d'actifs ont tendance à se détériorer beaucoup plus rapidement que d'autres et étant donné que les règles fiscales s'appliquent à des catégories d'actifs particulières, le coût économique (coût de location) de l'utilisation d'un dollar de stock varie selon la catégorie d'actifs.

Tableau 4a. Tendances générales du PIB et des intrants primaires, secteur canadien des entreprises

	1981-2000		1981-1988		1988-2000		1988-1995		1995-2000	
	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité
PIB	2.8	3.1	4.3	3.3	1.9	2.9	2.1	1.5	1.7	5.0
PIB — technologies de l'information	-3.1	13.3	-0.5	10.2	-4.6	15.2	-5.4	10.4	-3.6	22.3
Technologies de l'information en consommation	-0.1	8.3	2.3	7.8	-1.5	8.6	-1.3	7.1	-1.6	10.7
Technologies de l'information en investissements	-6.6	17.8	-6.3	18.2	-6.8	17.5	-6.9	14.2	-6.6	22.3
Autres technologies de l'information	-7.2	16.6	-10.1	25.9	-5.6	11.5	-4.1	14.2	-7.6	7.8
PIB — hors technologies de l'information	3.1	2.6	4.5	3.0	2.2	2.4	2.4	1.2	2.0	4.2
Capital services	2.8	3.3	4.3	3.4	1.9	3.3	1.5	2.5	2.4	4.3
Technologies de l'information	-6.1	17.2	-4.1	18.0	-7.2	16.8	-9.0	15.7	-4.6	18.4
Ordinateurs	-14.9	28.6	-14.4	28.5	-15.1	28.7	-16.8	25.7	-12.8	32.9
Logiciels	3.5	8.6	8.5	5.8	0.7	10.3	-2.0	9.0	4.5	12.2
Télécommunications	-1.7	12.5	4.0	17.2	-4.9	9.8	-6.7	11.7	-2.3	7.2
Autres machineries et équipement	3.2	3.1	6.0	3.7	1.6	2.8	2.0	1.4	1.1	4.8
Structures	3.7	2.0	4.5	2.1	3.2	1.9	2.6	1.5	4.1	2.3
Intrant travail	3.2	2.4	4.7	2.8	2.4	2.2	2.2	1.2	2.7	3.6
Heures travaillées	1.6		2.0		1.4		0.3		3.1	
Composition de la main-d'œuvre	0.8		0.8		0.8		1.0		0.5	

Memo (million de $)	1981		2000	
Stock de capital total [a]	492 588		1 278 237	
Stock de capital fixe reproductible [a]	290 465		929 409	
Technologies de l'information	11 363		59 900	
PIB nominal du secteur des entreprises	258 873		770 562	
Rémunération du travail	158 736	61,3 %	457 198	59,3 %
Rémunération du capital	10 138	38,7 %	313 364	40,7 %

Note : [a] Comptes canadiens de productivité

20. Les logements occupés par le propriétaire sont exclus dans le cas de l'un et l'autre pays.

Au niveau sectoriel, on détermine la consommation agrégée de capital au moyen d'un indice en chaîne de Fisher pour le Canada et d'un indice de Törnqvist pour les États-Unis en agrégeant la consommation de capital de chaque industrie et en appliquant comme facteurs de pondération la part moyenne de chaque industrie du revenu total du capital sur deux périodes.

La partie supérieure des tableaux 4a et 4b souligne l'augmentation rapide des actifs des technologies de l'information au Canada, reflétant l'accélération des baisses relatives des prix. Durant les années 90, le prix de service des actifs des technologies de l'information ont chuté de 7,2 % par an (5,0 % dans le cas des États-Unis), comparativement à une augmentation de 1,6 % et de 3,2 %, respectivement, pour les autres machines et matériels et les structures (3,6 % et 2,4 % dans le cas des États-Unis). En conséquence directe de cette variation relative des prix, les services du capital des technologies de l'information ont augmenté de 16,8 % (14,8 % dans le cas des États-Unis), comparativement à seulement 2,8 % et 1,9 % pour les services du capital des autres machines et matériel et des structures durant les années 90 (2,2 % et 1,9 % dans le cas des États-Unis).

Tableau 4b. Tendances générales du PIB et des intrants primaires, secteur des entreprises des États-Unis

	1981-2000		1981-1988		1988-2000		1988-1995		1995-2000	
	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité	Prix	Quantité
PIB	2.7	3.6	3.4	3.5	2.2	3.6	2.8	3.0	1.4	4.5
PIB — technologies de l'information	-4.0	13.7	-2.2	12.2	-5.0	14.6	-3.6	10.4	-6.9	20.6
Technologies de l'information en consommation	-2.2	11.6	2.2	8.0	-4.6	13.7	-2.6	11.1	-7.4	17.5
Technologies de l'information en investissements	-4.8	15.8	-3.4	13.9	-5.5	16.9	-4.1	12.2	-7.6	23.7
Autres technologies de l'information	-6.6	19.3	-8.5	15.3	-3.2	21.8	-4.7	-7.0	-9.2	77.6
PIB — hors technologies de l'information	3.1	3.0	3.7	3.0	2.7	3.0	3.2	2.6	2.0	3.5
Services du capital	2.4	3.9	4.0	3.9	1.6	3.9	2.1	2.8	0.8	5.4
Technologies de l'information	-4.5	16.5	-3.7	19.5	-5.0	14.8	-1.5	10.3	-9.6	21.3
Ordinateurs	-13.2	28.1	-12.0	34.0	-13.9	24.8	-8.0	13.8	-21.5	41.8
Logiciels	-0.8	15.4	1.0	15.7	-1.7	15.2	-1.4	14.3	-2.3	16.4
Télécommunications	1.6	6.8	3.5	8.1	0.5	6.1	4.1	4.4	-4.3	8.5
Autres machinerie et équipement	4.6	1.9	6.3	1.4	3.6	2.2	4.3	1.5	2.8	3.1
Structures	3.1	2.3	4.1	2.9	2.4	1.9	1.9	1.7	3.1	2.2
Intrant travail	4.0	2.2	4.7	2.4	3.6	2.1	3.0	1.8	4.5	2.4
Heures travaillées	1.7		1.9		1.5		1.2		2.0	
Composition de la main-d'œuvre	0.5		0.5		0.5		0.6		0.4	

Memo (million de $)	1981		2000	
Stock de capital total [a]	8 685 677		19 412 347	
Stock de capital fixe reproductible [a]	5 943 138		13 738 125	
Technologies de l'information	244 589		1 217 850	
PIB nominal du secteur des entreprises	2 215 871		7 110 466	
Rémunération du travail	1 510 872	68.2 %	4 808 844	67.6 %
Rémunération du capital	704 999	31.8 %	2 301 622	32.4 %

L'accumulation rapide des technologies de l'information, toutefois, semble avoir des origines différentes. Durant les années 90, les prix des investissements en télécommunications et en logiciels ont baissé beaucoup plus lentement, soit de -2,0 % et de -3,1 % par an, respectivement, comparativement à -14,9 % pour les ordinateurs durant les années 90 (-1,5 %, -0,3 % et -16,0 %, respectivement, dans le cas des États-Unis). Cette baisse des prix des investissements n'était pas suffisamment forte pour entraîner une baisse rapide des prix des services des actifs en télécommunications et en logiciels, qui s'est établie à -4,9 % et à 0,7 %, respectivement (0,5 % et -1,7 % dans le cas des États-Unis). Néanmoins, les industries ont accumulé le capital-télécommunications et le capital-logiciels assez rapidement, les services du capital réel augmentant à un taux annuel de 9,8 % et de 10,3 %, respectivement, durant les années 90 (taux de 6,1 % et de 15,2 % dans le cas des États-Unis). La complémentarité du matériel de télécommunication, des logiciels et des ordinateurs fournit ici une explication possible. Les industries ont réagi à la baisse des prix relatifs des ordinateurs en accumulant des ordinateurs et en investissant dans des intrants complémentaires comme le matériel de télécommunication et les logiciels qui permettent d'exploiter les ordinateurs.

6.2. Travail

La distinction entre l'intrant travail et le nombre d'heures travaillées est analogue à celle entre les services du capital et le stock de capital. La croissance de l'intrant travail reflète la croissance du nombre d'heures travaillées ainsi que les changements dans la composition des heures travaillées à mesure que les entreprises procèdent à des substitutions entre catégories de main-d'œuvre.

Le Canada et les États-Unis utilisent le même concept de l'intrant travail dans leurs estimations de la productivité multifactorielle du secteur des entreprises. Le Canada utilise les données des enquêtes-ménages pour désagréger le nombre total d'heures en heures travaillées par diverses catégories de travailleurs classés en fonction de variables démographiques comme l'âge et le niveau de scolarité. On calcule la quantité de travail utilisée comme étant la somme pondérée du nombre d'heures travaillées par diverses catégories de travailleurs; les pondérations sont définies en termes de taux de rémunération relatifs.

Au niveau du secteur des entreprises, le BLS répartit les heures travaillées en trois catégories, selon le plus haut niveau de scolarité, l'expérience professionnelle et le sexe. On utilise des techniques de régression statistique pour isoler l'effet d'autres caractéristiques des travailleurs, comme l'état matrimonial, sur le taux salarial moyen dans chacun de ces trois groupes. Le BLS utilise ensuite le taux salarial prévu pour chacune des catégories. Le Canada utilise le plus haut niveau de scolarité, l'âge et la catégorie de travailleurs pour ses regroupements et utilise le taux salarial moyen dans chaque catégorie comme facteur de pondération sans correction pour tenir compte des autres caractéristiques des travailleurs[21]. Contrairement à la méthode utilisée pour le secteur des entreprises, l'intrant travail dans le secteur de la fabrication aux États-Unis est mesuré comme étant la somme des heures passées au travail par toutes les personnes. Par conséquent, pour permettre la comparabilité entre les pays dans cette étude, les estimations canadiennes de l'intrant travail pour l'ensemble du secteur des entreprises et celui de la

21. Le fait de ne pas tenir compte des caractéristiques des travailleurs a peu d'effet sur les estimations (voir Gu et coll. 2002).

fabrication ont été réduites au plus petit dénominateur commun avec celles des États-Unis, soit la somme des heures travaillées.

Par conséquent, pour assurer la comparabilité d'un pays à l'autre, la présente étude utilise la notion d'intrant travail pour la décomposition de la croissance économique et de la croissance de la productivité du travail au niveau du secteur des entreprises. En revanche, en raison de l'absence de la mesure de l'intrant travail au niveau des industries pour les États-Unis, l'examen des sources sectorielles de la croissance agrégée de la productivité requiert l'usage de la notion d'heures travaillées. Dans ce cas-ci, les heures pour le Canada et pour les États-Unis sont agrégées directement sur toutes les catégories de travailleurs et les taux de croissance qui en résultent et qui sont calculés à partir de cette somme n'incluent pas les effets des changements dans la composition de la main-d'œuvre.

Nos estimations, présentées à la partie inférieure des tableaux 4a et 4b, montrent une valeur du coût du travail au Canada de 457 milliards de dollars en 2000 (4,8 billions de dollars pour les États-Unis, soit environ 59 % (67,6 % pour les États-Unis) de la valeur du PIB en dollars courants. La croissance de l'indice de l'intrant travail L_t approprié pour notre modèle de production dans l'équation (2), est passée à 3,6 % entre 1995 et 2000 au Canada (2,4 % pour les États-Unis), en hausse par rapport à 1,2 % entre 1988 et 1995 (1,8 % pour les États-Unis). Cette accélération s'explique principalement par la croissance du nombre d'heures travaillées, qui est passée de 0,3 % en 1988-1995 (1,2 % pour les États-Unis) à 3,1 % entre 1995 et 2000 (2,0 % pour les États-Unis), à mesure que la participation à la population active a augmenté et que les taux de chômage ont dégringolé, particulièrement au Canada.

III. Les technologies de l'information au Canada et aux États-Unis : Quelle est la situation?

1. Remarques préliminaires

Nous avons exploré les sources des données pour le Canada et les États-Unis qui sont adéquates à l'examen du rôle des technologies de l'information à la croissance économique et la croissance de la productivité. Nous comparons maintenant la situation au Canada et aux États-Unis quant à la contribution des technologies de l'information à la production, à l'intrant capital et au regain de productivité dans ces deux pays.

L'accélération de la croissance de la productivité aux États-Unis durant la deuxième moitié des années 90 a beaucoup retenu l'attention. On s'est intéressé tout particulièrement à la mesure dans laquelle les technologies de l'information ont soutenu la bonne performance de l'économie américaine. Aux États-Unis, l'accélération de la productivité a coïncidé avec une accélération des progrès dans le domaine des technologies de l'information, l'accroissement des investissements en matériel lié aux technologies de l'information et l'usage plus répandu d'Internet.

Le rôle que jouent les technologies de l'information dans la promotion de la croissance de la productivité et de la production revêt un intérêt considérable pour le Canada également. Première sur le plan de la productivité, l'économie des États-Unis n'a pas de rattrapage à faire — elle est en tête du peloton. Essentiellement, elle compte sur les percées technologiques pour accélérer la croissance de sa productivité. Si les États-Unis trouvent une nouvelle façon d'accélérer la croissance de la productivité, il sera davantage possible pour d'autres pays comme le Canada de profiter dans leur sillage de la nouvelle vague de productivité.

Divers chercheurs américains ont analysé l'accélération de la productivité du travail durant la deuxième moitié des années 90, c'est-à-dire avant et après 1995, année qui a marqué le début des progrès technologiques, des baisses des prix des technologies de l'information, de la croissance de l'investissement en technologies de l'information et de la croissance de la productivité du travail. Gordon (2000), Oliner et Sichel (2000, 2002), Jorgenson et Stiroh (2000), le *BLS* dans ses propres ouvrables publiés et le CEA (2001) ont tous comparé les périodes jusqu'à la fin de 1995 avec la période après 1995. Nous passons ces études brièvement en revue ci-dessous.

2. Bref aperçu des données sur les États-Unis

Trois études ont été particulièrement utiles aux fins de l'analyse du rôle des technologies de l'information dans l'accélération de la croissance de la production et de la productivité aux États-Unis, soit Oliner et Sichel (2000, 2002), Jorgenson et Stiroh (2000) et celle, qui fait état d'une attitude plus sceptique, de Gordon (2000)[22].

Oliner et Sichel (2000, 2002) et Jorgenson et Stiroh (2000) considèrent que les trois facteurs interreliés suivants jouent un rôle de premier plan dans la relation entre les technologies de l'information et la croissance économique et la productivité aux États-Unis :

1. l'accélération rapide de la productivité multifactorielle dans la production des technologies de l'information, particulièrement grâce à la production de semi-conducteurs plus puissants exigeant peu d'intrants ou n'en exigeant pas plus;
2. les baisses des prix du matériel lié aux technologies de l'information entraînées par cette accélération de la productivité — les prix ont baissé de 18 % par an de 1960 à 1995 et de 27,6 % par an à compter de 1995;
3. la baisse des prix qui a stimulé la très forte demande des technologies de l'information, particulièrement durant la deuxième moitié des années 90.

Ces facteurs laissent supposer des gains de productivité du travail agrégée grâce à des gains de productivité multifactorielle dans la production d'ordinateurs et à l'intensité du capital dans les industries utilisatrices à mesure que les entreprises augmentent le ratio entre les services du capital des technologies de l'information et le travail.

22. Les chercheurs américains limitent leur analyse aux biens des technologies de l'information, de sorte que leurs études portent sur la fabrication de matériel informatique, de logiciels et de matériel de communication. La prestation de services des technologies de l'information (p. ex., les services de communication et les services Internet) sont exclus.

L'étude d'Oliner et Sichel (2000) s'est révélée d'importance capitale. Ces chercheurs ont conclu que les technologies de l'information ont contribué pour environ 0,7 point de pourcentage (soit pour environ les deux tiers) à l'accélération de 1 point de pourcentage de la croissance de la productivité du travail aux États-Unis entre la première et la deuxième moitié des années 90 (plus particulièrement, entre 1991-1995 et 1996-1999). À cette accélération de la croissance, l'intensité du capital lié aux technologies de l'information a contribué pour 0,42 point de pourcentage et la croissance de la productivité multifactorielle dans la production des technologies de l'information, pour 0,26 point de pourcentage. L'intensité du capital provenant d'autres formes de capital n'a presque pas contribué à l'accélération. Le reste s'explique donc par la croissance de la productivité multifactorielle dans les industries hors production des technologies de l'information (voir le tableau 5).

Tableau 5. Estimations de la contribution à l'accélération de la productivité multifactorielle aux États-Unis durant les années 90

	Gordon (2000)	Jorgenson et Stiroh (2000)	Oliner et Sichel		CEA (2001)
			(2000)	(2002)	
Accélération de la productivité multifactorielle	0.29	0.63	0.68	0.62	1.19
Industries productrices des technologies de l'information	0.29	0.18	0.26	0.26	0.18
Industries utilisatrices de TIC	0.00	0.44	0.42	0.36	1.00

Malgré les résultats qui montrent que les industries utilisatrices des technologies de l'information ont connu l'accélération la plus forte de la productivité multifactorielle, Jorgenson et Stiroh (2000) n'étaient pas convaincus de l'importance des gains de productivité multifactorielle associés aux technologies de l'information dans le secteur non producteur des technologies de l'information, puisque la majorité des industries qui le composent continuent de se trouver aux prises avec des problèmes de mesure de la productivité. Gordon (2000), surtout, s'est montré sceptique. Il a éliminé de l'accélération de la productivité agrégée du travail ce qu'il considère être une composante cyclique transitoire et il a apporté une autre correction pour l'erreur de mesure. L'accélération structurelle restante de la croissance de la productivité du travail de 0,8 point de pourcentage, moins la contribution de l'intensité du capital, était virtuellement égale à son estimation des gains de productivité multifactorielle attribuables à la production d'ordinateurs, ne laissant pratiquement pas de place aux gains de productivité multifactorielle provenant d'autres industries (voir le tableau 5).

Largement diffusée, la conclusion de Gordon a sans aucun doute renforcé une opinion assez répandue selon laquelle la production des technologies de l'information constitue le seul moyen de réaliser les gains de productivité liés à la « nouvelle économie » (bien que Gordon ait accepté que l'utilisation des technologies de l'information contribue à la croissance de la productivité du travail par le biais de l'intensité du capital). Toutefois, il est difficile d'« expliquer » les données fournies dans d'autres études sur l'existence de gains de productivité multifactorielle dans les industries non productrices des technologies de l'information.

Des études plus récentes révèlent une plus forte accélération de la productivité multifactorielle dans l'économie américaine (jusqu'en 2000). Selon les mises à jour d'Oliner et Sichel (2002) et du CEA (2001), la productivité du travail s'est accélérée davantage en 2000, la plus grande partie de ce phénomène étant attribuable à une plus forte accélération de la productivité

multifactorielle. Près des trois quarts de l'accélération de la productivité multifactorielle ont été attribués à des industries non productrices des technologies de l'information (voir le tableau 5).

Un plus grand nombre d'études détaillées sur les industries présentent des données qui témoignent d'une accélération de la productivité dans les industries utilisatrices des technologies de l'information. Nordhaus (2001) a conclu qu'environ la moitié de l'accélération de la productivité agrégée du travail est attribuable aux industries productrices de biens et services autres que celles de la « nouvelle économie » dans son sens large. Stiroh (2001) a conclu qu'environ un cinquième de l'accélération agrégée est attribuable à un groupe plus restreint d'industries productrices des technologies de l'information et que presque tout le reste est attribuables aux industries utilisatrices des technologies de l'information; toutefois, il a constaté une faible accélération de la productivité du travail dans les industries autres que celles productrices ou utilisatrices des technologies de l'information. Les études portant sur les entreprises ont révélé des gains très considérables associés à l'utilisation des technologies de l'information (voir Brynjolfsson et Hitt 2000 pour les États-Unis et Baldwin Sabourin 2001 pour le Canada).

Même si ces preuves d'une accélération de la productivité dans les industries utilisatrices ne permettent pas de conclure de façon décisive à l'existence d'effets liés aux technologies de l'information, puisque des facteurs non liés à ces technologies pourraient jouer dans les industries à forte intensité des technologies de l'information, elles laissent fortement supposer que l'utilisation des technologies de l'information a contribué à l'accélération de la productivité dans les industries à forte intensité des technologies de l'information. Cette conclusion est également appuyée par celles d'une importante étude de l'OCDE portant sur les facteurs qui contribuent aux différences entre les taux de croissance de diverses économies dans les années 90 (OCDE 2001). Les auteurs de cette étude ont conclu que les gains de productivité sont attribuables non seulement à la production, mais aussi à l'utilisation des technologies de l'information.

3. Comparaison de la contribution des technologies de l'information au Canada et aux États-Unis

3.1. Justification

Comme les trois études fondamentales ont été longuement examinées et comparées, nous ne nous attardons pas ici aux détails qu'elles contiennent. La présente section porte plus particulièrement sur les estimations officielles et plus à jour produits par le *BLS* et comprend des comparaisons avec les données des comptes de productivité de Statistique Canada.

Dans la présente section, nous examinons la contribution des technologies de l'information au PIB réel, à l'intrant capital et à la croissance de la productivité au Canada. Nous évaluons la contribution des technologies de l'information à la croissance de la production sur divers cycles de production qui sont définis comme étant les périodes entre les sommets de croissance du PIB. Ces sommets sont définis comme étant des points où les écarts entre la production réelle et les séries des tendances de la production cessent de s'accentuer et commencent à se resserrer.

L'utilisation de cycles de production est l'une des méthodes qui permettent de déterminer et d'examiner les tendances sous-jacentes de la croissance de la production.

Un certain nombre d'études, y compris celles passées en revue dans l'introduction, contiennent des comparaisons des taux de croissance de la deuxième moitié des années 90 et de ceux des périodes antérieures. Le choix de 1995 comme point de démarcation entre ces périodes peut se justifier dans la mesure où il permet de cerner l'accélération de l'investissement dans les technologies de l'information à compter de 1995 due au changement survenu dans le cycle de vie des semi-conducteurs. Toutefois, ces périodes sont essentiellement arbitraires en ce qui a trait à la croissance de la productivité et ne révéleraient qu'accidentellement les tendances sous-jacentes devant être analysées dans le cadre comptable de la croissance. (Nous présentons néanmoins ci-dessous des comparaisons des contributions durant la première et la deuxième moitié des années 90, pour nous aligner sur la plupart des travaux publiés.)

Il n'y a pas unanimité d'opinion quant à savoir si l'accélération mesurée représente une hausse de la tendance sous-jacente du taux de croissance ou simplement un effet transitoire ou cyclique. Gordon (2000) est d'avis que l'accélération de la productivité aux États-Unis comprend une importante composante cyclique et il a apporté un ajustement afin de l'extraire. À son avis, le taux élevé de croissance de la production et de la productivité ne peut être maintenu étant donné l'ampleur de la réduction du chômage et l'augmentation du déficit du compte courant durant les années 90. Le traitement de Gordon a suscité certaines controverses. Par contre, la plupart des autres études ne portent pas explicitement sur cette question et présentent les accélérations mesurées de la productivité comme des déplacements de la tendance.

Dans le présent document, nous utilisons la méthode d'Hodrick-Prescott pour établir la distinction entre la tendance et sa composante cyclique. On a critiqué l'usage répandu du filtre de Hodrick-Prescott, lui reprochant particulièrement le manque d'exactitude dans les calculs de la tendance au début et à la fin des séries. Cependant, il est raisonnable de l'utiliser ici pour montrer que, pour le Canada et les États-Unis, les périodes pertinentes sont celles de 1981 à 1988 et de 1988 à 2000 et les chiffres pour 1995 sont supérieurs à la tendance.

3.2. Tendances agrégées

Cette section examine dans une perspective agrégée les contributions des technologies de l'information à la production aux intrants au Canada et aux États-Unis. Elle fait aussi ressortir et met à jour plusieurs tendances dont certains ont déjà été fournis dans Harchaoui et coll. (2002) pour la période allant de 1981 à 1999.

3.2.1. Contributions à la croissance du PIB

La partie supérieure des tableaux 4a et 4b résume pour le secteur des entreprises au Canada et aux États-Unis, respectivement, les taux de croissance des prix et des quantités pour le PIB relié aux technologies de l'information et hors technologies de l'information durant la période de 1981 à 2000. La caractéristique la plus frappante des données est l'augmentation rapide au Canada du PIB associé aux technologies de l'information, soit un taux de croissance annuel de 13,3 % de 1981 à 2000, comparativement à un taux modeste de 2,6 % pour le PIB hors technologies de l'information (13,7 % et 3 %, respectivement, pour les États-Unis). Depuis 1995,

le PIB des technologies de l'information a augmenté de 22,3 % par an, ce qui représente une hausse de plus de cinq fois supérieure à celle du PIB hors technologies de l'information (23,7 % par pour les États-Unis.

La croissance plus rapide du PIB des technologies de l'information s'explique si l'on examine le comportement des prix relatifs. Le taux d'inflation du dégonfleur du PIB hors technologies de l'information au Canada est passé de 4,5 % par an durant les années 80 à 2,2 % par an durant les années 90 (de 3,7 % à 2,7 % pour les États-Unis). Le prix corrigé pour la qualité du PIB des technologies de l'information a baissé plus rapidement durant les années 90 que durant les années 80 (-4,6 % comparativement à -0,5 % pour le Canada; -5,0 % comparativement à -2,2 % pour les États-Unis). Relativement au dégonfleur du PIB hors technologies de l'information, les prix du PIB des technologies de l'information ont baissé en moyenne au Canada de -6,8 % durant les années 90, comparativement à -5,0 % durant les années 80 (-7,7 % comparativement à -5,9 % pour les États-Unis).

L'investissement en technologies de l'information a augmenté au Canada presque aussi rapidement durant les années 90 que durant les années 80 (17,5 % comparativement à 18,2 %), un net contrast par rapport aux États-Unis où la croissance fût plus rapide durant les années 90 (16,9 % comparativement à 13,9 % durant les années 80). L'augmentation rapide de l'investissement durant les années 90 est attribuable dans une large mesure à la performance durant la période qui a suivi 1995 où l'investissement en technologies de l'information a affiché un taux de croissance annuel de 22,3 % au Canada (23,7 % aux États-Unis). Les dépenses des ménages au titre des technologies de l'information ont augmenté de 8,6 % (13,7 % aux États-Unis) durant les années 90, soit à un rythme légèrement plus rapide que durant les années 80, surtout aux États-Unis.

Cette relative modeste hausse au Canada des dépenses des ménages au titre des technologies de l'information tient dans une large mesure à ce que les prix à la consommation des technologies de l'information ne reflètent que partiellement le changement de qualité observé dans le cas de l'investissement en technologies de l'information. Les exportations nettes des technologies de l'information, principale composante de la catégorie 'Autres technologies de l'information', affichent une baisse constante sur le plan de la quantité, reflétant la situation du Canada d'importateur net de biens des technologies de l'information au cours des vingt dernières années. L'augmentation relativement rapide des importations des technologies de l'information par rapport aux exportations est attribuable en partie à la baisse des prix à l'importation des technologies de l'information relativement aux prix à l'exportation au Canada.

La partie B du tableau 6 montre la part du PIB des technologies de l'information dans le PIB agrégé du secteur des entreprises, définie comme étant le ratio entre les dépenses en technologies de l'information et les dépenses totales, en prix courants. Au Canada, cette part était de 2,7 % durant les années 80 (5,1 % aux États-Unis), mais elle a augmenté substantiellement vers la fin des années 90 pour atteindre 4,0 % (6,1 % pour les États-Unis).

Tableau 6. Sources de la croissance du PIB et des services du capital, secteur des entreprises (pourcentages)

	1981-2000		1981-1988		1988-2000		1988-1995		1995-2000	
	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.	Canada	É.-U.
A. Capital de l'intrant et leurs pièces										
	Croissance annuelle moyenne									
Services du capital	3,3	3,9	3,4	3,9	3,3	3,9	2,5	2,8	4,3	5,4
Technologies de l'information	17,2	16,5	18,0	19,5	16,8	14,8	15,7	10,3	18,4	21,3
Ordinateurs	28,6	28,1	28,5	34,0	28,7	24,8	25,7	13,8	32,9	41,8
Logiciels	12,5	15,4	17,2	15,7	9,8	15,2	11,7	14,3	7,2	16,4
Télécommunications	8,6	6,8	5,8	8,1	10,3	6,1	9,0	4,4	12,2	8,5
Autres machinerie et équipement	3,1	1,9	3,7	1,4	2,8	2,2	1,4	1,5	4,8	3,1
Structures	2,0	2,3	2,1	2,9	1,9	1,9	1,5	1,7	2,3	2,2
	Part moyenne du coût du capital des actifs									
Services du capital	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Technologies de l'information	6,8	12,0	5,5	8,9	7,6	13,9	7,1	12,9	8,3	15,3
Ordinateurs	39,0	31,9	43,1	35,4	36,5	29,9	35,4	30,0	38,0	29,2
Logiciels	28,2	31,8	19,4	26,6	33,6	34,6	33,1	32,0	34,7	38,2
Télécommunications	32,8	36,4	37,5	38,0	29,9	35,5	31,5	38,0	27,3	32,6
Autres machinerie et équipement	24,7	29,1	24,3	28,5	25,1	29,5	25,2	28,9	25,0	30,5
Structures	68,4	58,8	70,2	62,5	67,2	56,6	67,7	58,2	66,7	54,3
B. PIB et leurs pièces										
	Croissance annuelle moyenne									
PIB	3,0	3,6	3,3	3,6	2,9	3,6	1,5	3,0	4,9	4,5
PIB — technologies de l'information	13,5	13,7	10,5	12,2	15,3	14,6	10,3	10,4	22,6	20,6
PIB — hors technologies de l'information	2,7	3,0	3,1	3,1	2,4	3,0	1,2	2,6	4,2	3,5
	Part moyenne du PIB nominal des composantes de la production									
PIB	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
PIB — technologies de l'information	3,2	5,6	2,7	5,1	3,5	5,8	3,1	5,2	4,0	6,1
PIB — hors technologies de l'information	96,8	94,4	97,3	94,9	96,5	94,2	96,9	94,8	96,0	93,9

Rappelons que la contribution des technologies de l'information à la croissance du PIB correspond à la part du PIB attribuable à la production finale des technologies de l'information multipliée par le taux de croissance du PIB des technologies de l'information. Les données montrent que, même si elles ne représentaient qu'une petite part du PIB au Canada et aux États-Unis, les technologies de l'information ont été la source de près de 18 % de la croissance du PIB au Canada durant la période de 1995 à 2000 (27,8 % pour les États-Unis), en hausse par rapport à la contribution de 8,6 % affichée durant la période 1981 à 1988 (17,3 % pour les États-Unis). Visiblement, la contribution des technologies de l'information est à la hausse. L'augmentation de la contribution des technologies de l'information tient à la croissance plus rapide du PIB des technologies de l'information durant la dernière décennie, mais aussi à l'augmentation progressive de la part du PIB attribuable aux technologies de l'information.

3.2.2. Contribution à la croissance de l'intrant capital

Nous présentons dans cette section les estimations de la contribution des technologies d'information à l'intrant capital pour les secteurs canadien et américains des entreprises au cours de la période 1981 à 2000. Le stock d'actifs des technologies de l'information des entreprises (ordinateurs, logiciels et matériel de communication), même s'il a fortement augmenté au cours des dernières années, demeure néanmoins relativement petit. En 2000, les actifs liés aux technologies de l'information combinés ne représentaient au Canada que 4,2 % des immobilisations corporelles et 6,4 % des actifs privés renouvelables (6,3 % contre 8,9 % pour les États-Unis), soit une hausse par rapport à 2,3 % et à 3,9 %, respectivement, en 1981 (2,8 % contre 4,1 % pour les États-Unis) (voir les tableaux 4a et 4b).

Même si les actifs liés aux technologies de l'information représentent environ 4 % environ du capital total vers la fin des années 1990 (comparativement à 2 % durant les années 1980) (respectivement 3 % et 6 % pour les États-Unis), les parts des services du capital des technologies de l'information, ou les parts du coût du capital de ces actifs, sont deux fois plus élevées que les parts des actifs correspondants. Vers la fin des années 90, leur part s'établissait à 8,3 %, comparativement à 5,5 % lors des années 80 (15,3 % contre 8,9 % aux États-Unis). Cette hausse reflète les baisses rapides des prix et les taux de dépréciation élevés qui entrent dans les prix de location des technologies de l'information.

La partie A du tableau 6 présente une décomposition du rôle des technologies de l'information comme intrant dont la contribution a augmenté de façon encore plus spectaculaire que du côté du PIB. La contribution des technologies de l'information aux services du capital était de 36 % durant la fin des années 90, comparativement 29 % lors des années 80 (60 % contre 45 % pour les États-Unis). Les ordinateurs constituent la catégorie d'actifs liés aux technologies de l'information qui contribue le plus du côté des intrants, ce qui reflète sa part croissante et sa croissance rapide vers la fin des années 90. Selon les indications, les ordinateurs contribuent de plus en plus à la restructuration des intrants. Les changements de prix entraînent le remplacement par des services du capital dont les prix relatifs sont plus faibles, comme les ordinateurs.

Durant cette période, les prix du PIB ont augmenté de 1,7 % au Canada (1,4 % aux États-Unis) (voir les tableaux 4a et 4b), comparativement à une chute des prix des services du capital des technologies d'information de 4,6 % (baisse de 9,6 % pour les États-Unis). En réaction à ces changements de prix, les industries ont accumulé des ordinateurs, des logiciels et du matériel de télécommunication plus rapidement que d'autres formes de capital. En fait, l'investissement autre qu'en technologies de l'information a baissé en proportion du PIB. Ces substitutions donnent à penser que la révolution informatique profite aux industries et aux ménages qui ont réagi à cette variation des prix relatifs en restructurant leurs activités.

3.2.3. Sources de la croissance de la productivité du travail

Évaluons maintenant la contribution des technologies de l'information à l'approfondissement du capital en nous fondant sur l'équation (3). Les tableaux 7a et 7b montrent les principales sources de croissance de la productivité du travail dans le secteur canadien des entreprises canadien et américain, respectivement, soit l'approfondissement du capital, la composition de la main-d'œuvre et la croissance de la productivité multifactorielle.

La croissance annuelle moyenne de 1,3 % de la productivité du travail durant les années 80 (1,9 % pour les États-Unis) est attribuable à une faible croissance de 0,3 point de pourcentage de la productivité multifactorielle (0,9 point pourcentage pour les États-Unis) mais à une augmentation relativement rapide de l'intensité du capital de 0,6 point de pourcentage (0,6 point de pourcentage pour les États-Unis aussi) et d'une hausse de 0,5 point de pourcentage pour la composition de la main-d'œuvre (0,3 point de pourcentage pour les États-Unis).

Tableau 7a. Taux de croissance annuel moyen compose de la productivité du travail et les contributions de l'intensité du capital, de la composition de la main-d'œuvre et de la productivité multifactorielle : secteur canadien des entreprises (pourcentage)

	1981-2000	1981-1988	1988-2000	1988-1995	1995-2000
Productivité du travail	1,4	1,3	1,5	1,2	1,8
Intensité du capital	0,6	0,6	0,7	0,8	0,5
Technologies d'information	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5
Ordinateurs	0,3	0,2	0,3	0,2	0,4
Logiciels	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
Communications	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Autres machinerie et équipement	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
Structures	0,1	0,1	0,1	0,3	-0,2
Composition de la main-d'œuvre	0,5	0,5	0,5	0,6	0,3
Productivité multifactorielle	0,3	0,3	0,3	-0,2	1,1

Tableau 7b. Taux de croissance annuel moyen compose de la productivité du travail et les contributions de l'intensité du capital, de la composition de la main-d'œuvre et de la productivité multifactorielle : secteur américain des entreprises (pourcentage)

	1981-2000	1981-1988	1988-2000	1988-1995	1995-2000
Productivité du travail	1,9	1,9	2,0	1,4	2,7
Intensité du capital	0,7	0,6	0,8	0,5	1,1
Technologies d'information	0,6	0,5	0,6	0,4	1,0
Ordinateurs	0,3	0,3	0,3	0,2	0,6
Logiciels	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
Communications	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
Autres machinerie et équipement	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1
Structures	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0
Composition de la main-d'œuvre	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3
Productivité multifactorielle	0,9	0,9	0,9	0,5	1,4

Note : Les données peuvent ne pas correspondre aux totaux en raison de l'arrondissement.

La croissance de la productivité du travail est passée à 1,5 % durant les années 90 (2,0 % pour les États-Unis), forte hausse qui s'explique uniquement par l'augmentation rapide de l'intensité du capital au Canada et aux États-Unis, tandis que la contribution en points de pourcentage de la productivité multifactorielle et celle de la composition de la main-d'œuvre sont restées inchangées par rapport à la décennie précédente (0,3 et 0,5 point de pourcentage, respectivement).

La première et la deuxième moitié des années 90 présentent certaines caractéristiques remarquables. La croissance de la productivité du travail a baissé légèrement durant la période de 1988 à 1995 comparativement à la décennie précédente, la forte baisse de la productivité multifactorielle n'étant compensée qu'en partie par une reprise de la croissance de l'intensité du capital au Canada (0,8 point de pourcentage) et de la composition de la main-d'œuvre au Canada et aux États-Unis.

Au Canada, la composition de la main-d'œuvre a augmenté de 0,6 % durant la période 1988-1995 (comparativement à 0,5 % de 1981 à 1988) (0,4 % comparativement à 0,3 %, respectivement, pour les États-Unis), tandis que le nombre d'heures passées au travail a progressé de 0,3 % (1,2 % pour les États-Unis) (2 % et 1,9 %, respectivement, pour le Canada et les États-Unis lors de la décennie précédente) (voir tableaux 7a et 7b). Cet accroissement de la composition de la main-d'œuvre en période de marasme économique peut refléter la tendance des entreprises au début d'une récession de mettre à pied les travailleurs ayant le moins d'ancienneté (« dernier embauché, premier congédié »). Les cols bleus sont habituellement mis à pied plus souvent que les cols blancs dont le niveau de scolarité est élevé. Toutefois, comme cela s'est produit durant la période qui a suivi 1995, à mesure que l'expansion se poursuit, les entreprises souvent embauchent des travailleurs moins qualifiés et des travailleurs qui ne faisaient pas partie de la population active auparavant, ce qui entraîne une baisse de la composition de la main-d'œuvre.

La croissance de la productivité du travail a augmenté au rythme annuel de 1,8 % la période de 1995 à 2000 (2,7 % pour les États-Unis) principalement à cause du regain de vitalité de la croissance de la productivité multifactorielle qui a contribué pour 1,1 points de pourcentage (1,4 points de pourcentage pour les États-Unis), tandis que l'intensité du capital a contribué pour 0,5 point de pourcentage, soit un peu moins que durant la période de 1988 à 1995. En revanche, la contribution de l'intensité du capital a plus que doublé aux États-Unis entre la première et la seconde moitié des années 90. La croissance de la composition de la main-d'œuvre a ralenti, particulièrement au Canada, à mesure que la croissance du nombre d'heures travaillées s'est accélérée, reflétant la baisse du taux de chômage et le resserrement des marchés du travail à mesure qu'un plus grand nombre de travailleurs dont la productivité marginale est relativement élevée sont entrés sur le marché du travail.

Les tableaux 7a et 7b montrent que, depuis 1981, les technologies de l'information ont contribué environ à 2/3 du 0,6 % d'augmentation de l'intensité du capital (plus des 4/5 de la hausse de 0,7 % aux États-Unis). Durant les années 80, les technologies de l'information ont contribué pour la moitié du 0,6 point de pourcentage de l'intensité du capital au Canada (plus des 4/5 de la hausse de 0,6 point de pourcentage aux États-Unis). La contribution des technologies de l'information a diminué de 1988 à 1995, mais au cours de la période 1995 à 2000, elle a contribué à la totalité de la hausse de 0,5 % de l'intensité du capital au Canada (90 % de la hausse de 1,1 % aux États-Unis). Ceci suggère que l'intensité du capital a augmenté de façon exceptionnellement rapide durant la fin des années 90 aux États-Unis, principalement grâce aux technologies de l'information.

3.2.4. Sources de la croissance économique

Pour examiner la contribution des technologies de l'information sous une autre perspective, nous nous concentrons maintenant sur les sources de croissance du PIB. À l'aide du cadre conceptuel élaboré ci-dessus, nous combinons les intrants capital et travail aux données sur la production pour estimer les composantes de l'équation (2) afin de quantifier les sources de croissance économique dans le PIB de 1981 à 2000. Outre la contribution type des services agrégés du capital, notre analyse porte sur la contribution de chaque grande catégorie d'actifs à la croissance économique.

Les résultats sont fournis au tableau 8. De 1981 à 1988, la production a augmenté au taux annuel de 3,3 % au Canada (3,9 % aux États-Unis), auquel les services agrégés du capital ont contribué pour 1,4 points de pourcentage (1,3 points de pourcentage pour les États-Unis), l'intrant travail, pour 1,7 points de pourcentage (1,6 points de pourcentage) et la productivité multifactorielle, pour 0,2 point de pourcentage (0,9 point de pourcentage). La contribution de 1,4 points de pourcentage des services du capital est attribuable dans une large mesure aux technologies de l'information et aux autres machines et matériel (qui ensemble ont contribué pour 0,8 point de pourcentage). Ceci contraste quelque peu avec les États-Unis où les technologies d'information et les structures ont contribué pour 1,1 points de pourcentage de la croissance de l'intrant capital.

Tableau 8. Sources de la croissance du PIB du secteur des entreprises, Canada et États-Unis (pourcentages)

	Canada					États-Unis				
	1981-2000	1981-1988	1988-2000	1988-1995	1995-2000	1981-2000	1981-1988	1988-2000	1988-1995	1995-2000
PIB	3,1	3,3	2,9	1,5	5,0	3,7	3,9	3,6	2,7	4,8
PIB — technologies de l'information	0,4	0,3	0,5	0,3	0,9	0,7	0,6	0,8	0,5	1,3
PIB — hors technologies de l'information	2,6	3,0	2,4	1,2	4,1	2,9	3,2	2,8	2,2	3,5
Contribution des services du capital	1,3	1,4	1,3	1,0	1,7	1,3	1,3	1,3	0,9	1,8
Technologies de l'information	0,5	0,4	0,5	0,4	0,6	0,6	0,5	0,7	0,4	1,1
Ordinateurs	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	0,6
Logiciels	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
Télécommunications	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Autres machinerie et équipement	0,3	0,4	0,3	0,2	0,5	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3
Structures	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,3	0,4
Contribution de l'intrant travail	1,5	1,7	1,4	0,8	2,2	1,5	1,6	1,4	1,2	1,6
Croissance de la productivité multifactorielle	0,3	0,2	0,3	-0,2	1,1	0,9	0,9	0,9	0,5	1,4

De 1995 à 2000, le PIB canadien a augmenté de 5,0 % par an (4,8 % pour les États-Unis), hausse à laquelle les services du capital ont contribué pour 1,7 points de pourcentage (1,8 points de pourcentage pour les États-Unis), l'intrant travail, pour 2,2 points de pourcentage (1,6 points de pourcentage pour les États-Unis) et la productivité multifactorielle, pour 1,1 points de pourcentage (1,4 points de pourcentage pour les États-Unis).

La deuxième moitié des années 90, comparativement à la première moitié de la décennie, est remarquable. Aux 3,5 points de pourcentage d'accélération du PIB (différence entre la fin et le début des années 90) (2,1 points de pourcentage pour les États-Unis), la productivité multifactorielle a contribué pour 1,3 points de pourcentage (0,9 point de pourcentage pour les États-Unis), l'intrant travail pour 1,4 points de pourcentage (0,4 point de pourcentage pour les États-Unis) et les services du capital, pour 0,7 point de pourcentage (0,9 point de pourcentage pour les États-Unis). Cette augmentation de la contribution des services du capital aux États-Unis durant cette période est attribuable dans une large mesure aux technologies de l'information (0,7 point de pourcentage). Ceci contraste avec le Canada où les trois groupements d'actifs ont à peu près également contribué au rebondissement de l'intrant capital.

Le regain de vitalité de la productivité multifactorielle est une importante source de croissance du PIB dans le secteur canadien des entreprises. Bien que la croissance de la productivité multifactorielle durant la fin des années 90 n'ait pas atteint les sommets de certaines périodes durant l'âge d'or des années 60 et du début des années 70, l'accélération récente donne à penser que le secteur canadien des entreprises se remet peut-être de la croissance anémique de la productivité qu'il a connue durant les deux dernières décennies. Bien entendu, il convient d'user de prudence en attendant de disposer de plus amples données historiques.

3.3. Sources sectorielles du regain de productivité au Canada et aux États-Unis

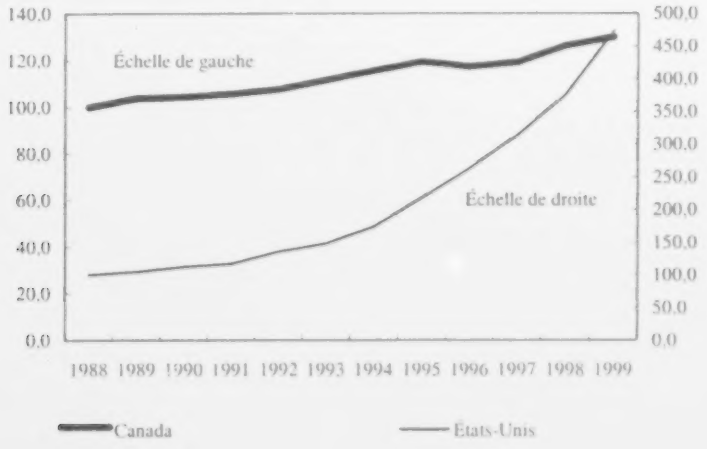
Nous avons examiné les sources de la croissance économique au Canada et aux États-Unis au niveau agrégé et démontré que l'accélération de la croissance de la productivité multifactorielle a contribué de façon importante à la reprise récente de la croissance. Notre analyse porte sur la contribution des industries productrices des technologies de l'information et des industries utilisatrices des technologies de l'information à l'accélération de la croissance de la productivité multifactorielle agrégée dans le cadre du regain de productivité observé au Canada et aux États-Unis. Notre analyse des industries productrices des technologies de l'information est fondée sur les données les plus comparables qui sont en même temps conformes aux tendances agrégées illustrées ci-dessus. Nous utilisons aussi les données KLEMS disponibles portant sur la période allant jusqu'à la fin de 1999 au niveau d'industrie le plus détaillé des systèmes de classification type des industries canadiennes et américaines. Ces données détaillées présente deux avantages. En premier lieu, elles réduisent au minimum l'effet des différences sur le plan des structures industrielles entre les deux pays et, en deuxième lieu, elles fournissent des estimations raisonnablement plus précises de la contribution des industries productrices des technologies de l'information à la croissance de la productivité multifactorielle du secteur des entreprises.

Ces données sont fondées sur les concepts de la production sectorielle et des services du capital. Par contre, en raison des limites des données recueillies, l'utilisation de l'intrant travail dans le secteur de la fabrication aux États-Unis est mesurée comme étant la somme des heures passées au travail par toutes les personnes. Par conséquent, pour assurer la comparabilité d'un pays à l'autre aux fins de la présente étude, les estimations de l'utilisation de l'intrant travail au Canada ont été ramenées au plus petit dénominateur commun, qui est simplement la somme des heures travaillées. Pour cette raison, les estimations de la productivité multifactorielle du secteur des entreprises au Canada et aux États-Unis utilisées dans la présente section ne sont pas directement

comparables à celles sur lesquelles porte la section précédente. En particulier, les gains de productivité multifactorielle devraient être plus importants puisqu'ils incluent l'effet de la composition de la main-d'œuvre.

La figure 1 montre les estimations pour le Canada et les États-Unis de la croissance de la productivité multifactorielle des industries productrices des technologies de l'information de 1988 à 1999, période étroitement comparable à celle utilisée aux fins de l'analyse des tendances agrégées. Durant cette période, la croissance de la productivité multifactorielle des industries productrices des technologies de l'information au Canada a progressé au taux moyen de 2,4 %, soit beaucoup moins rapidement qu'aux États-Unis, où elle a progressé au taux de 15,2 %.

Figure 1. Tendances de la productivité multifactorielle des industries productrices des technologies de l'information (1988=100)



Durant la période de 1995 à 1999, les industries canadiennes productrices des technologies de l'information ont affiché un taux de croissance de 2,1 % en moyenne, en baisse par rapport à 2,6 % durant le début des années 90. Par contre, la productivité des industries américaines productrices des technologies de l'information, qui a augmenté de 11,8 % en moyenne au début des années 90, avait presque doublé vers la fin des années 90 (21,3 %). Comme le montrent les figures 2 et 3, nous observons certaines similarités entre le Canada et les États-Unis : les heures travaillées au travail ont affiché une légère tendance à la baisse dans l'un et l'autre pays (-0,4 % et -0,2 %, respectivement) mais les services du capital ont augmenté un peu plus rapidement au Canada qu'aux États-Unis (de 9,1 % comparativement à 7,7 %).

Il convient toutefois de souligner certaines différences importantes entre les deux pays, dont la principale est attribuable aux tendances de la production sectorielle et des intrants intermédiaires sectoriels. La production sectorielle a augmenté nettement moins rapidement au Canada qu'aux États-Unis (14,2 % comparativement à 21,9 %) alors que les intrants sectoriels intermédiaires ont affiché une tendance inverse (16,4 % comparativement à 7,3 %), de sorte que, sur le plan de la productivité des intrants intermédiaires, le Canada a affiché un taux de croissance moyen négatif tandis que les États-Unis ont affiché d'importants gains d'efficacité (-4,2 % et 14,6 %, respectivement).

Figure 2. Indices de volume en chaîne des industries canadiennes productrices des technologies de l'information (1988=100)

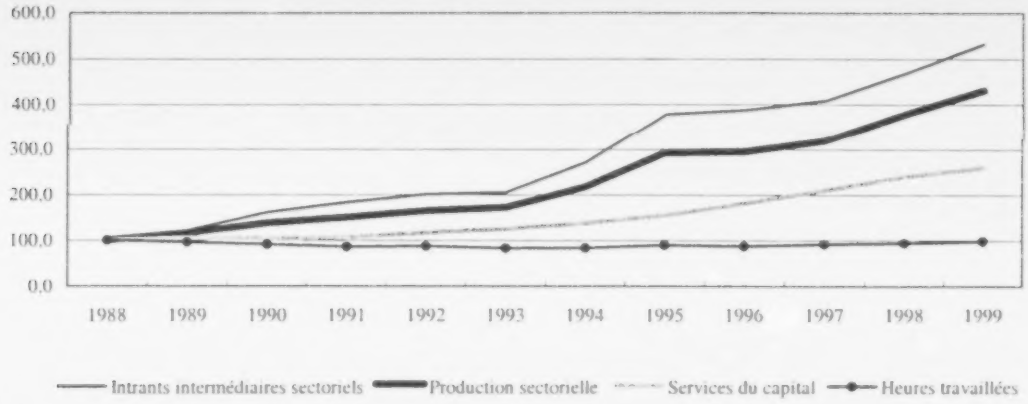
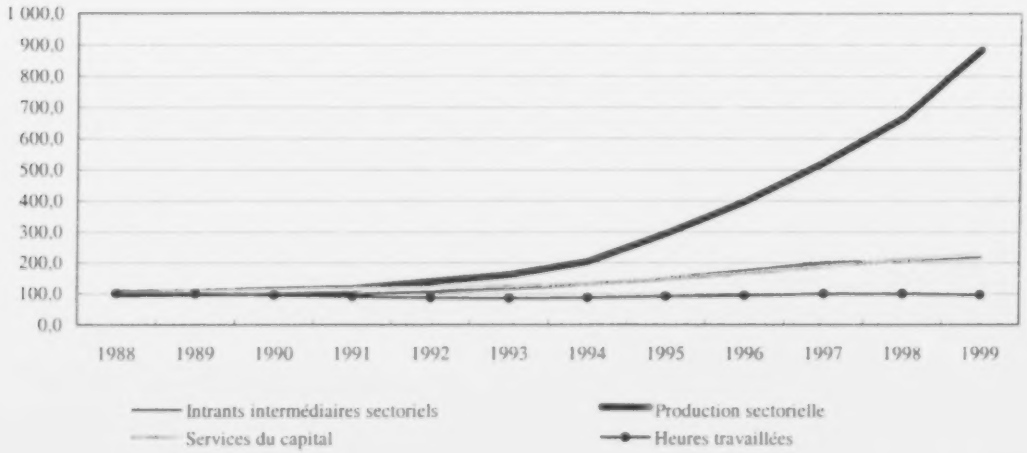


Figure 3. Indices de volume en chaîne des industries américaines productrices des technologies de l'information (1988=100)



Ces tendances divergentes de la productivité des intrants intermédiaires sectoriels entre les deux pays sont attribuables, à la fois, des différences structurelles et sur le plan des mesures. En premier lieu, le Canada importe une quantité considérable de produits des technologies de l'information qui se reflètent dans les intrants intermédiaires sectoriels. Les prix de ces produits sont corrigés en fonction des variations de la composition ce qui se traduit par une augmentation remarquable des intrants intermédiaires sectoriels. Par contre, les mêmes produits sont déduits dans le cas des intrants intermédiaires aux États-Unis. En deuxième lieu, l'indice implicite des prix des produits de l'industrie du matériel de communication affiche une tendance différente dans l'un et l'autre pays tandis que celui des produits et accessoires électroniques a baissé beaucoup plus lentement au Canada qu'aux États-Unis.

Tableau 9. Contributions sectorielles à la croissance de la productivité multifactorielle agrégée, 1981 à 1999

	Canada			États-Unis		
	1988-1999	1988-1995	1995-1999	1988-1999	1988-1995	1995-1999
Croissance de la productivité multifactorielle du secteur des entreprises	0,73	0,42	1,23	1,08	0,88	1,43
Industries productrices des technologies de l'information	0,071 (10,2 %)	0,072 (17,3 %)	0,068 (6,1 %)	0,62 (57,6 %)	0,44 (49,8 %)	0,94 (66 %)
Industries utilisatrices des technologies de l'information	0,66	0,35	1,21	0,46	0,44	0,49

Note : Les estimations de la productivité multifactorielle sont fondées sur le concept de production sectorielle et d'heures travaillées. Par conséquent, elles ne sont pas directement comparables à celles présentées au tableau 5 pour le Canada. Tous les chiffres autres que ceux entre parenthèses sont des taux annuels moyens de croissance. Les chiffres entre parenthèses représentent la contribution des industries productrices des technologies de l'information à la croissance de la productivité multifactorielle du secteur des entreprises.

Le tableau 9 montre les sources sectorielles de la croissance de la productivité multifactorielle du secteur des entreprises. De 1988 à 1999, les industries productrices des technologies de l'information ont contribué pour 0,62 point de pourcentage à la croissance moyenne de 1,08 % de la productivité multifactorielle aux États-Unis, c'est-à-dire qu'elles ont été à l'origine de 57,6 % de cette croissance. Au début des années 90, ces industries ont été à l'origine de 49,8 % de l'accélération annuelle moyenne de 0,88 % de la croissance de la productivité multifactorielle du secteur des entreprises aux États-Unis. Par contre, pour la période allant de 1995 à 1999, les deux tiers du regain de croissance de 1,43 % de la productivité multifactorielle aux États-Unis sont attribuables aux industries productrices des technologies de l'information, résultat très différent de ceux exposés dans la plupart des travaux publiés aux États-Unis. Cette différence tient à ce que la majorité des études américaines sont fondées sur une classification type des industries au niveau à deux chiffres selon laquelle les industries productrices des technologies de l'information ont tendance à être regroupées avec les industries électriques, ce qui réduit l'importance de la contribution des industries productrices des technologies de l'information. Dans le cas de certains travaux, comme celle du *CEA* (2001), ce problème qui tient à la structure des industries s'aggrave lorsqu'on utilise le produit brut d'origine pour mesurer la production, puisque cette mesure a tendance à surestimer la contribution des industries utilisatrices des technologies de l'information[23]. Étant donné la taille encore relativement petite des secteurs informatique et des semi-conducteurs, cette contribution est considérable et souligne l'incidence importante des technologies de l'information sur le secteur des entreprises aux États-Unis.

Alors que les industries productrices des technologies de l'information jouent un rôle de premier plan dans l'accélération de la productivité aux États-Unis, la situation au Canada est tout autre puisque son regain de productivité est presque entièrement attribuable aux industries utilisatrices des technologies de l'information. Les industries à forte utilisation des technologies de l'information ont contribué le plus à la hausse de productivité observée au Canada durant les années 90 mais, même dans ces industries, certains des gains observés sont probablement attribuables à d'autres facteurs, par exemple des facteurs propres aux industries. Il faudrait

23. En utilisant les données KLEMS au niveau de détail à deux chiffres disponible auprès du *Bureau of Labor Statistics*, nous avons obtenu des résultats semblables à ceux du *CEA* (2001). Il est donc évident que, quelle que soit la méthode utilisée pour mesurer la production, la composition des industries influe de façon importante sur les estimations.

procéder à des comparaisons détaillées pour faire une distinction nette entre ces deux possibilités.

En ce qui concerne les sources sectorielles du redressement de la productivité multifactorielle entre le début et la fin des années 90, les résultats sont encore plus étonnants : la productivité multifactorielle a augmenté de 0,55 point de pourcentage aux États-Unis entre ces deux périodes, hausse à laquelle les industries productrices des technologies de l'information ont contribué pour 0,5 point de pourcentage (91 %) et les industries utilisatrices des technologies de l'information, pour 9 %, soit une contribution assez modeste comparativement aux estimations présentées dans les travaux sur la productivité aux États-Unis (voir le tableau 5 ci-dessus). Par conséquent, nos résultats tendent à appuyer le point de vue de Gordon, qui attribue tous les gains de productivité multifactorielle à la production des technologies de l'information. Au Canada, toutefois, la situation est très différente de celle aux États-Unis, l'augmentation de 0,86 point de pourcentage de la productivité multifactorielle durant la période 1988 à 1995 et 1995 à 1999 étant entièrement attribuable aux gains réalisés par les industries utilisatrices des technologies de l'information.

4. Autres précisions sur les différences entre le Canada et les États-Unis

Ayant examiné les résultats élémentaires de l'exercice de comptabilité de la croissance, nous nous penchons maintenant sur une question cruciale, celle de savoir pourquoi l'effet des technologies de l'information a été moins important au Canada qu'aux États-Unis. Nous pouvons examiner la question a) au niveau agrégé et b) au niveau des industries.

a) Comme nous l'avons mentionné plus haut, la contribution d'un secteur à la croissance de la production correspond à sa part du PIB (en prix courants) multipliée par le taux de croissance de sa production finale. Par conséquent, l'effet de la production des technologies de l'information dépend à la fois de sa part du PIB et de sa croissance. Le même raisonnement s'applique du côté des intrants. Dans ce cas, la contribution des services du capital des technologies de l'information à la croissance des intrants agrégés est la part du PIB du coût du capital attribuable au capital lié aux technologies de l'information, multipliée par le taux de croissance des services du capital des technologies de l'information.

Un profil distinct ressort pour les tendances agrégées du PIB des technologies de l'information et des services du capital des technologies de l'information au Canada et aux États-Unis pour différentes sous-périodes des deux dernières décennies. Comme le montre le tableau 6, les services du capital des technologies de l'information ont augmenté plus rapidement aux États-Unis qu'au Canada durant les années 80 et plus lentement durant les années 90. Un profil similaire se dégage des tendances du PIB des technologies de l'information dans les deux pays de sorte que, durant la période de 1981 à 2000, le PIB des technologies de l'information et les services du capital des technologies de l'information ont augmenté presque au même rythme au Canada et aux États-Unis. Toutefois, nous observons durant cette même période des différences importantes et au profit des États-Unis quant à la part de la rémunération du capital et du PIB nominal attribuable aux technologies de l'information, ce qui souligne peut-être certaines différences dans les structures technologiques entre les deux pays.

Plus précisément, c'est l'élasticité de substitution entre le capital lié aux technologies de l'information et les autres intrants qui détermine si l'ordre de grandeur de la part de la production attribuable au capital des technologies de l'information est supérieur ou inférieur et donc si, pour un taux donné de croissance du capital lié aux technologies de l'information, la contribution aux intrants agrégés est supérieure ou inférieure[24]. Les parts de la production et du capital liés aux technologies de l'information sont plus élevées aux États-Unis qu'au Canada, ce qui donne à penser que cette élasticité était apparemment plus grande aux États-Unis qu'au Canada (du moins au niveau du secteur des entreprises). Il convient donc de procéder à d'autres recherches à l'extérieur du cadre de comptabilité de la croissance afin de confirmer cette différence structurelle éventuelle entre le Canada et les États-Unis.

b) Au niveau désagrégé, certaines données laissent entendre que certaines différences de mesure de la production et des prix des intrants intermédiaires entre le Canada et les États-Unis dans l'industrie des télécommunications et, dans une mesure moindre, dans celle des produits et accessoires électroniques, ne sont pas négligeables. Du côté de la production sectorielle, l'indice implicite des prix de la production diffère entre le Canada et les États-Unis pour les industries des télécommunications (1,4 % pour le Canada comparativement à -2,5 % pour les États-Unis). Toutefois, dans le cas des produits et accessoires électroniques, les prix implicites ont baissé dans l'un et l'autre pays, bien qu'à un rythme différent (-2,6 % au Canada et -11,5 % aux États-Unis). À ces différences de prix vient s'ajouter la différence quant à la part de chacune de ces industries entre le Canada et les États-Unis.

Du côté des intrants, rappelons que les intrants intermédiaires sectoriels sont achetés à l'extérieur du secteur de la fabrication et, par conséquent, incluent les produits des technologies de l'information dans le cas du Canada et les produits et services non liés aux technologies de l'information dans le cas des États-Unis. En principe, les indices des prix des intrants intermédiaires sectoriels devraient baisser beaucoup plus rapidement au Canada qu'aux États-Unis. Toutefois, les données montrent que ce n'est pas le cas. Les indices des prix des intrants intermédiaires sectoriels ont progressé de 0,3 % et de -2,2 %, respectivement, pour les deux industries canadiennes, comparativement à 0,7 % et -0,25 % pour les mêmes industries aux États-Unis.

---

24. Du côté des intrants, la part cruciale est :

$$\frac{u_{IT} K_{IT}}{pY}$$

Du côté de la production, la part cruciale est :

$$\frac{p_{IT} Y_{IT}}{pY} = \frac{p_{IT}}{u_{IT}} \times \frac{Y_{IT}}{K_{IT}} \times \frac{u_{IT} K_{IT}}{pY}$$

(Rappelons que u_{IT} est le prix de location et p_{IT} est le prix de production des technologies de l'information Y_{IT}). L'élasticité de substitution déterminera si les parts indiquées dans les équations ci-dessus augmentent ou diminuent. Si nous maintenant constants les prix de tous les autres intrants, nous pouvons les agréger en un seul intrant, mettons X. Alors, la définition d'élasticité de substitution est la suivante : $\frac{d\ln\left(\frac{K_{IT}}{X}\right)}{d\ln\left(\frac{u_{IT}}{pX}\right)}$.

Le comportement différent des prix du matériel de télécommunication et des produits et accessoires électroniques au Canada et aux États-Unis nous a amenés à examiner de façon plus approfondie l'effet de l'application de différents dégonfleurs à la productivité de l'industrie des communications et des produits électroniques, un agrégat de l'industrie du matériel de télécommunication et de celle des produits et accessoires électroniques.

Supposons que les indices des prix de la production sectorielle et des intrants intermédiaires sectoriels pour l'industrie des communications et des produits électroniques au Canada baissent au même rythme que les indices des prix de la production sectorielle, rajustés selon taux de change, pour cette même industrie aux États-Unis[25]. Quel serait alors l'effet sur la tendance de la productivité multifactorielle pour cette industrie?

Dans ce cas, les indices implicites des prix de la production sectorielle et des intrants intermédiaires sectoriels progresseraient, respectivement, au taux de -5,5 % (comparativement à -0,14 % avant correction) et à -2,7 % (comparativement à 0,14 % avant correction). Ces changements accéléreraient la croissance de la production sectorielle et des intrants intermédiaires sectoriels. Ce rajustement en fonction de la croissance de la productivité multifactorielle correspondrait à la croissance rajustée de la production sectorielle nette de la croissance rajustée des intrants intermédiaires sectoriels pondérée par la part du coût total revenant aux intrants intermédiaires sectoriels. Une fois ces rajustements apportés, la croissance de la productivité multifactorielle de l'industrie canadienne des communications et des produits électroniques passerait de 1,5 % à 5,5 % pour la période de 1988 à 1999 (de 11,4 % à 17,7 % pour la croissance de la productivité du travail), tout en restant inférieure à celle des États-Unis, qui a augmenté au taux de 15,2 %. Toutefois, étant donné qu'il s'agit d'une industrie de taille modeste dans le secteur des entreprises, notre conclusion initiale à l'effet que le regain de productivité au Canada est attribuable dans une large mesure aux industries utilisatrices des technologies de l'information reste valable, mais la contribution des industries productrices des technologies de l'information augmente fortement, passant de 7,1 % à 21,6 %, après rajustement des prix.

IV. Conclusion

La présente étude s'inscrit dans le prolongement de nos travaux précédents sur la contribution des technologies de l'information à la croissance économique et à la productivité au Canada et aux États-Unis. Elle porte aussi sur plusieurs autres aspects importants tels l'impact de la mesure des prix sur les résultats. En premier lieu, nous utilisons un cadre augmenté de comptabilité de la croissance agrégée qui permet de cerner et de quantifier toutes les voies par lesquelles les technologies de l'information contribuent à la croissance économique et à la productivité. En deuxième lieu, nous élaborons un modèle sectoriel pleinement intégré au cadre augmenté de comptabilité de la croissance agrégée pour cerner les sources sectorielles du regain de productivité.

---

25. Nous supposons que la variation des prix des intrants intermédiaires sectoriels se répercute intégralement sur la production sectorielle.

Nos résumons les résultats de notre étude comme suit :

1. La part du PIB du secteur canadien des entreprises attribuable à la production des technologies de l'information a augmenté de façon assez constante pour atteindre 4,0 % de 1995 à 2000 (6,1 % pour les États-Unis) comparativement à 2,7 % de 1981 à 1988 (5,1 % pour les États-Unis). Environ 19 % de la croissance du PIB durant la deuxième moitié des années 90 a été attribuable à la croissance de la production des technologies de l'information, comparativement à 27,9 % pour les États-Unis.

2. Du côté des intrants, les technologies de l'information affichent un profil similaire, mais les différences entre les deux pays sont plus marquées. La part du PIB du secteur des entreprises au Canada attribuable au capital des technologies de l'information a également augmenté de façon assez constante, passant à 8,3 % de 1995 à 2000 (15,3 % pour les États-Unis) comparativement à 5,5 % de 1981 à 1988 (8,9 % pour les États-Unis). Environ 35,5 % de la croissance globale des services du capital durant la deuxième moitié des années 90 était attribuable à la croissance des intrants liés aux technologies de l'information, comparativement à 60,4 % pour les États-Unis.

3. L'adoption des technologies de l'information a contribué de façon modeste à la hausse de productivité observée au Canada vers la fin des années 90. La contribution des technologies de l'information à la croissance de la productivité du travail a été moins importante au Canada qu'aux États-Unis.

   - La contribution de l'approfondissement du capital des technologies de l'information affiche dans l'un et l'autre pays un profil très similaire sur le plan temporel (en hausse à compter de 1995) mais non sur le plan de l'ampleur entre le début et la fin des années 90 (environ 0,5 point de pourcentage pour les États-Unis, comparativement à 0,1 point de pourcentage pour le Canada).

   - Durant la fin des années 1990, le capital des technologies de l'information a représenté la moitié de la croissance de l'intensité du capital (80 % aux États-Unis). Durant la même période, l'intensité du capital en technologies de l'information a contribué pour 27,8 % de la hausse de la productivité du travail, en légère hausse par rapport à 23,0 % durant la période 1981-1988 (respectivement 37,0 % et 26,3 % pour les États-Unis).

   - Au Canada, la contribution de la croissance de la productivité multifactorielle à la reprise de la productivité du travail entre le début et la fin des années 90 a été plus importante (1,3 points de pourcentage pour le Canada, comparativement à 0,9 point de pourcentage pour les États-Unis). Une autre différence importante observée entre le Canada et les États-Unis tient aux sources sectorielles de la productivité multifactorielle : le regain de croissance de la productivité multifactorielle au Canada vers la fin des années 90 est presque entièrement attribuable aux industries utilisatrices des technologies de l'information, tandis qu'aux États-Unis, les deux tiers du redressement de la productivité sont imputables aux industries productrices des technologies de l'information.

4. La plus forte croissance de la productivité au Canada signifie que le Canada a tiré parti de l'un des facteurs ci-dessous, voir même des deux :

   - une plus forte hausse de la productivité découlant de l'utilisation des technologies de l'information, ce qui laisse supposer que les entreprises canadiennes ont été en mesure d'utiliser les technologies de l'information;
   - un plus important gain de productivité découlant de facteurs non liés aux technologies de l'information.

La coïncidence qui veut qu'il y ait au Canada des industries à la fois à utilisation relativement intensive des technologies de l'information et à forte productivité fournit d'autres preuves d'un lien éventuel entre les technologies de l'information et la croissance de la productivité.

Bibliographie

Bailey, M.N. 2002. ''The New Economy: Post Mortem or Second Wind.'' *Journal of Economic Perspectives*, 16 (2): 3-22.

Baldwin, J.R., et Harchaoui T.M. 2002. dir.. *Croissance de la productivité au Canada – 2002*. Statistique Canada, N° 15-204-XPF au catalogue. Ottawa: Statistique Canada.

Baldwin, J.R. et D. Sabourin 2001. ''Impact de l'adoption des technologies de l'information et des communications de point sur la performance des entreprises du secteur de la fabrication au Canada.'' Document de recherche N°. 174. N°. 11F0019MIE au catalogue de Statistique Canada. Ottawa: Statistique Canada.

Beckstead, D. et G. Gellatly. 2003. « La croissance et le développement des industries de la nouvelle économie »' Série de documents de recherche sur l'économie canadienne en transition. N°. 11-622 — N°. 002. Ottawa: Statistique Canada.

Bosworth, B.P. et J.E. Triplett 2000. ''What's New About the New Economy? Information Technology, Economic Growth and Productivity.'' *Mimeo.* Washington, D.C.: The Brookings Institution.

Brynjolfsson, E. et L. Hitt. 2000. ''Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance.'' *Journal of Economic Perspectives*, 14(4): 23-48.

Council of Economic Advisors (CEA) 2001. *Economic Report of the President*. Washington, DC. : U.S. Government Printing Office.

Domar, E.D. 1961. 'On the Measurement of Technological Change.' *Economic Journal*, LXXI (284): 709–29.

Eldridge, L.P. et M.K. Sherwood 2001. ''A Perspective on the U.S.- Canada Manufacturing Productivity Gap,'' *Monthly Labor Review*, 124(2): 31-48.

Gordon, R. J. 2000. ''Does the 'New Economy' Measure Up to the Great Inventions of the Past?'' *Journal of Economic Perspectives*, 14(4): 49-74.

Grimm, B.T., B.R. Moulton, B.R. et D.B. Wasshausen. 2002. *Information Processing Equipment and Software in the National Accounts*, (pp. 36), Paper presented at the NBER/CRIW Meeting, Washington, April 2002.

Gu, W., M. Kaci, J.-P. Maynard et M. Sillamaa. 2002. Changement de la composition de la population active canadienne et son influence sur la croissance de la productivité. Dans J.R. Baldwin et T.M. Harchaoui (dir.) : Croissance de la productivité au Canada - 2002, N° 15-204-XPF au catalogue de Statistique Canada. Ottawa: Statistique Canada.

Gullickson, W. et Harper, M. 1999. ''Possible Measurement Bias in Aggregate Productivity Growth'', *Monthly Labor Review*, 122 (2): 47-67.

Harchaoui, T.M., Tarkhani, F., Jackson, C. et Armstrong, P. 2002. ''A Comparison of Canada-U.S. Economic Growth in the Information Age, 1981-2000: The Importance of Investment in Information and Communication Technologies.'' *Monthly Labor Review*, 125(10): 3-12.

Harchaoui, T.M., et F. Tarkhani. 2002. ''Une révision complète de la méthode d'estimation de l'intrant capital pour le programme de la productivité multifactorielle de Statistique Canada.'' Dans J.R. Baldwin et T.M. Harchaoui (dir.) : *Croissance de la productivité au Canada* — 2002, N°. 15-204-XIF au catalogue de Statistique Canada. Ottawa: Statistique Canada.

Harchaoui, T.M., F. Tarkhani et B. Khanam. 2004. "Information Technology and Economic Growth in the Canadian and U.S. Private Economies." In *Economic Growth in Canada and the United States in the Information Age*. Edited by D. Jorgenson. Research Monograph, Ottawa: Industry Canada, 2004.

Hulten, C.R. 1978. ''Growth Accounting with Intermediate Inputs.'' *Review of Economic Studies*, 45(3): 511-18.

Jorgenson D.W., M.S. Ho et K.J. Stiroh. 2004. "Growth of U.S. Industries and Investments in Information Technology and Higher Education." In C. Corrado, J. Haltiwanger and D. Sichel, (eds.), *Measurement of Capital in the New Economy*, Chicago: University of Chicago Press.

Jorgenson, D. W. 2001. ''Information Technology and the US Economy.'' *American Economic Review*, 91(1): 1-32.

Jorgenson, D. W. et K.J. Stiroh. 2000. 'Raising the Speed Limit: US Economic Growth in the Information Age', *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. 1, pages 125-211.

Jorgenson, D.W. 1990. ''Productivity and Economic Growth.'' In E.R. Berndt and J.E. Triplett (eds.), *Fifty Years of Economic Measurement*. Chicago: University of Chicago Press.

Jorgenson, D. W., Gollop, F. M. et Fraumeni, B. M. 1987. *Productivity and US Economic Growth*, Cambridge, MA: Harvard University Press.

Jorgenson, D. W. et Griliches, Z. 1967. 'The Explanation of Productivity Change', *Review of Economic Studies*, Vol. 34, pages 249-83.

Kask, K. et Sieber, E. 2002. 'Productivity Growth in 'High-Tech' Manufacturing Industries,' *Monthly Labor Review*, March, pp. 17-31.

National Research Council 1994. Information Technology in the Service Society, National Academic Press, Washington, DC.

Nordhaus, W. 2001. 'Productivity Growth and the New Economy', *NBER Working Paper*, No. 8,096. Cambridge, MA.

OECD 2001. *The New Economy: Beyond the Hype: Final Report on the OECD Growth Project*, OECD, Paris.

Oliner, S.D. et Sichel, D.E. 2000. 'The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?', *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 14 (Fall), pages 3-22.

Oliner, S. D. et Sichel, D. E. 2002. 'Information Technology and Productivity : Where are We Now and Where Are We Going? Washington, DC: Board of Governors of the Federal Reserve.

Parham, D. 2002. 'Productivity Growth in Australia: Are We Enjoying a Miracle?' Paper Presented at the Melbourne Institute/The Australian conference, *Towards Opportunity and Prosperity*, Melbourne, 4-5 April 2002.

Stiroh, K. 2001. 'Information Technology and the US Productivity Revival: What Do the Industry Data Say?', Federal Reserve Board of New York (mimeo).

Tevlin, S. et Whelan, K. 2000. 'Explaining the Investment Boom of the 1990s', Washington, DC: Board of Governors of the Federal Reserve.

Triplett, J.E. 1996. 'High-Tech Industry Productivity and Hedonic Price Indices,' Industry Productivity, International Comparison and Measurement Issues, Paris, OECD, 119-142.

ANALYSE ÉCONOMIQUE
DOCUMENTS DE RECHERCHE

No.001 *Une comparaison de la croissance économique au Canada et aux États-Unis à l'âge de l'information 1981-2000 : L'importance de l'investissement dans les technologies de l'information et des communications,* ***Philip Armstrong, Tarek M. Harchaoui, Chris Jackson et Faouzi Tarkhani (1 mars 2002)***

No.002 *Parité de pouvoir d'achat : Le cas du Canada et des États-Unis,* ***Beiling Yan (mai 2002)***

No.003 *L'importance accrue des producteurs plus petits dans le secteur de la fabrication : Comparison Canada/Etats-Unis,* ***John Baldwin, Ron S. Jarmin et Jianmin Tang (mai 2002)***

No.004 *Statistiques sur le commerce des sociétés affiliées à l'étranger – 1999 : La livraison des biens et des services sur les marchés internationaux,* ***Colleen Cardillo (avril 2002)***

No.005 *Volatilité de l'emploi au niveau régional dans le secteur canadien de la fabrication : Les effets de la spécialisation et du commerce,* ***John Baldwin, W.Mark Brown (11 avril 2003)***

No.006 *Antécédents de croissance, degré de concentration des connaissances et structure financière des petites entreprises,* ***Guy Gellatly, S.Thornhill, A.Riding (06 août 2003)***

No.007 *Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans le cadre conventionnel d'estimation de la productivité,* ***Tarek M. Harchaoui, Dmitry Kabrelyan, Rob Smith (le 1 novembre 2002)***

No.008 *Vaincre les distances, vaincre les frontières : comparaison des échanges régionaux en Amérique du Nord,* ***W.Mark Brown (16 avril 2003)***

No.009 *L'impact des émissions de gaz à effet de serre sur la croissance de la productivité au Canada, 1981-1996 : une approche expérimentale,* ***Tarek M. Harchaoui et Pierre Lasserre (le 1 novembre 2002)***

No.010 *Une approche frontière de la productivité multifactorielle au Canada et aux Etats-Unis,* ***Kais Dachraoui, Tarek M. Harchaoui (le 3 avril 2003)***

No.011 *Participation aux marchés d'exportation et productivité du secteur canadien de la fabrication,* ***John R.Baldwin, Wulong Gu (le 13 août)***

No.012 *Effet de l'utilisation des technologies de pointe sur le rendement des entreprises du secteur canadien de la transformation des aliments,* ***John R.Baldwin, David Sabourin et David Smith (le 3 juin 2003)***

No.013 *Statistiques sur le commerce des sociétés affiliées à l'étranger – Opération canadiennes à l'étranger 1999 à 2001,* ***Division de la balance des paiements, par Michael Marth (mai 2003)***

No.014 *Effect de la réduction des tarifs sur la taille et sur le roulement des entreprises dans le secteur canadien de la fabrication,* ***Wulong Gu, G.Sawchuk, L.Whewell (le 19 août)***

No.015 *Les sources de la croissance des émissions de CO2 du secteur canadien des entreprises, 1990 à 1996,* ***par Kaïs Dachraoui, Gerry Gravel, Tarek M. Harchaoui et Joe St. Lawrence (septembre 2003)***

No.016 *Répercussions du travail autonome sur la croissance de la productivité du travail: Comparison Canada-États-Unis,* ***John R. Baldwin, James Chowhan (le 21 août 2003)***

No.017 *Le capital public et sa contribution à la productivité du secteur des entreprises du Canada,* ***Tarek M. Harchaoui et Faouzi Tarkhani (le 12 novembre 2003)***

No.018 *Prospérité et productivité : Une comparaison Canada-Australie,* ***Tarek M. Harchaoui, Jimmy Jean et Faouzi Tarkhani (le 09 décembre 2003)***

No.019 *Exode, rationalisation ou concentration? Analyse des sièges sociaux au Canada, 1999 à 2002,* ***John Baldwin, Desmond Beckstead et Mark Brown (le 08 décembre 2003)***

No.020 *Effet de l'évolution de l'utilisation des technologies sur le rendement des établissements dans le secteur de la fabrication au Canada,* ***John Baldwin et David Sabourin (27 juillet 2004)***

No.021 *Concurrence industrielle, évolution des parts de marché et croissance de la productivité,* ***John Baldwin et Wulong Gu (22 juillet 2004)***

No.022 *Innovation, survie et rendement des établissements canadiens de fabrication,* ***John Baldwin et Wulong Gu (Septembre 2004)***

No.023 *Renouvellement de l'économie manufacturière au Canada : Une comparaison régionale, 1973 à 1996,* ***W.Mark Brown (21 octobre 2004)***

No.024 *Rattrapage et perte de terrain : la performance provinciale du PIB par habitant entre 1990 et 2003,* ***John R. Baldwin, Mark Brown, Jean-Pierre Maynard, Danielle Zietsma (9 novembre 2004)***

No.025 *Qu'est-il advenu de la croissance économique et de la productivité au Canada et aux États-Unis à l'ère de l'information?* ***Tarek M. Harchaoui et Faouzi Tarkhani (23 novembre 2004)***